This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

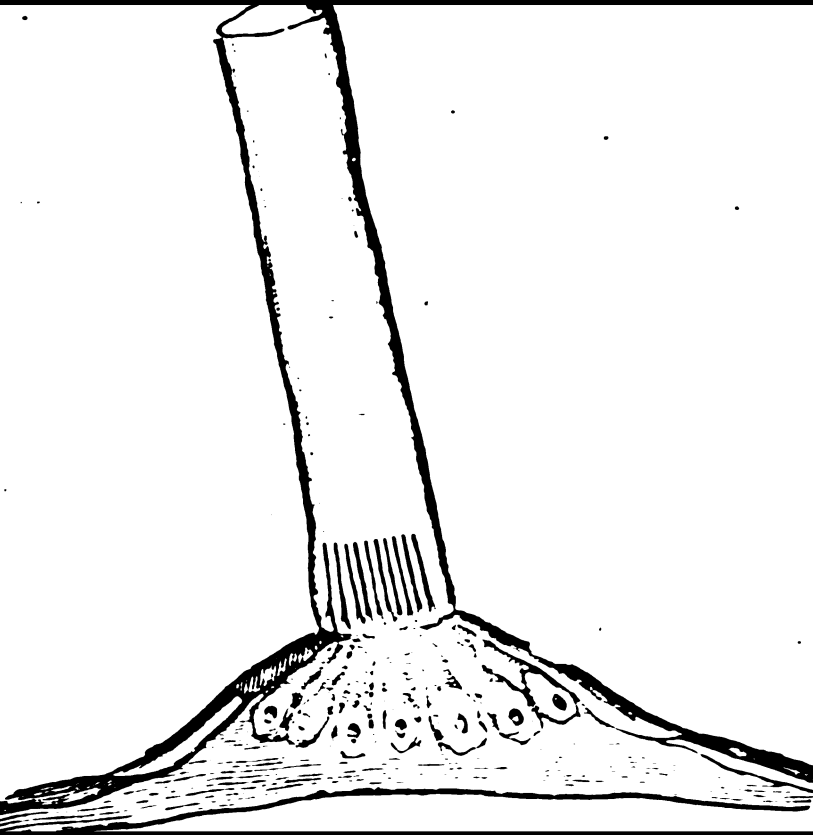
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Le□□volution du système nerveux

Henri Étienne Beaunis

Digitized by Google

Z-B

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

L'ÉVOLUTION

DU

SYSTÈME NERVEUX

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Bibliothèque Scientifique Contemporaine

A 3 FR. 50 LE VOLUME

Nouvelle collection de volumes in-16, comprenant 300 à 400 pages, imprimés en caractères elzéviriens et illustrés de figures intercalées dans le texte.

75 VOLUMES SONT EN VENTE

Derniers Volumes parus

LES SENS CHEZ LES ANIMAUX INFÉRIEURS, par E. JOURDAN, professeur à la Faculté de Marseille. 1 vol. in-16 avec 50 figures. . . . . 3 fr. 50

LES INDUSTRIES DES ANIMAUX, par FRÉD. HOUSSAY, maître de conférences à l'École normale supérieure. 1 vol. in-16 avec 50 figures. . . 3 fr. 50

LE TRANSFORMISME, par EDM. PERRIER, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-16 avec 87 figures. . . . . 3 fr. 50

LES VÉGÉTAUX ET LES ANIMAUX LUMINEUX, par H. GADEAU DE KERVILLE. 1 vol. in-16 avec 50 figures.. . . . . 3 fr. 50

LES SCIENCES NATURELLES et les problèmes qu'elles font surgir par TH. HUXLEY. 1 vol. in-16. . . . . 3 fr. 50

LSS PARASITES DE L'HOMME, par R.-L. MONIEZ, professeur à la Faculté de Lille. 1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

LA VIE DES OISEAUX, scènes d'après nature, par le baron d'HAMONVILLE. 1 vol. in 16. avec 20 planches. . . . . 3 fr. 50

LES ANCÊTRES DE NOS ANIMAUX dans les temps géologiques, par Albert GAUDRY, prof. au Muséum, membre de l'Institut. 1 vol. in-16, avec fig. 3 fr. 50

LES PYGMÉES. Les Pygmées des anciens d'après la science moderne, les Négritos ou Pygmées asiatiques, les Negrilles ou Pygmées africains, les Hottentots et les Boschismans, par A. DE QUATREFAGES, professeur au Muséum, membre de l'Institut. 1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

L'HOMME AVANT L'HISTOIRE, par CH. DEBIERRE, professeur agrégé de la Faculté de Lille. 1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

LES ABEILLES. Organes et fonctions, éducation et produits, miel et cire, par MAURICE GIRARD, président de la Société entomologique de France. 1 vol. in-16, avec 30 figures et 1 planche coloriée. . . . . 3 fr. 50

SOUS LES MERS. Campagnes d'explorations sous-marines, par le marquis de FOLIN, membre de la Commission des dragages. 1 vol. in-16, fig. 3 fr. 50

LA SUGGESTION MENTALE et l'action des médicaments à distance, par MM. BOURRU et BUROT. 1 vol. in-16 avec figures. . . . . 3 fr. 50

LE SOMNAMBULISME PROVOQUÉ. Études physiologiques et psychologiques, par H. BEAUNIS, professeur à la Faculté de Nancy. 1 vol. in-16, fig. . 3 fr. 50

LE CERVEAU ET L'ACTIVITÉ CÉRÉBRALE au point de vue psycho-physiologique, par ALEX. HERTZEN, prof. a l'Académie de Lausanne. 1 vol. in-16. 3 fr. 50

LA PRÉVISION DU TEMPS et les prédictions météorologiques, par H. DALLET. 1 vol. in-16, avec 40 figures. . . . . 3 fr. 50

LE LAIT. Études chimiques et microbiologiques, par DUCLAUX, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1 vol. in-16, avec figures. . 3 fr. 50

LES TREMBLEMENTS DE TERRE, par FOUQUÉ, professeur au Collège de France, membre de l'Institut. 1 vol. in-16. . . . . 3 fr. 50

LYON. — IMPRIMERIE PITRAT AINÉ, 4, RUE GENTIL

Digitized by Google

L'ÉVOLUTION

DU

SYSTÈME NERVEUX

PAR

Henri Étienne

H. BEAUNIS

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE NANCY
DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE
A LA SORBONNE (HAUTES-ÉTUDES)

Avec Figures intercalées dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

RUE HAUTEFEUILLE, 19, PRÈS DU BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1890

Tous droits réservés

Digitized by Google

Z-B

MAY 31 1930

Museum of Comp. Zool.

MUS. COMP. ZOOL
LIBRARY
APR 28 1980
HARVARD
UNIVERSITY

Digitized by Google

L'ÉVOLUTION

DU

SYSTÈME NERVEUX

INTRODUCTION

L'étude de l'innervation est certainement une des plus difficiles, mais aussi une des plus intéressantes de la physiologie. C'est la partie de cette science qui exige le plus de connaissances anatomiques et histologiques préalables, celle qui soulève le plus de problèmes, celle qui touche au nombre le plus considérable de questions de toute nature, en dehors même de la médecine. La psychologie, l'hygiène, la jurisprudence, la science sociale ne peuvent se passer d'elle. Par ce temps de nervosisme à outrance, nervosisme qui se retrouve partout, dans les mœurs, les arts, la littérature, la politique et jusque dans la science, si bien qu'un cerveau bien équilibré devient une exception, la connaissance du système nerveux est de la plus haute importance pour le physiologiste et pour le médecin. Il faut savoir comment fonctionne ce mécanisme délicat pour savoir ce qui trouble son fonctionnement et comment y remédier.

Digitized by Google

Il m'a semblé, vu l'état actuel de la science, qu'un résumé rapide de l'évolution du système nerveux dans la série animale pouvait présenter un certain intérêt. Les monographies sur des points isolés, sur des espèces distinguées, se multiplient tous les jours ; les documents et les recherches s'amoncellent, gagnant toujours, grâce aux méthodes nouvelles d'investigation, en précision et en exactitude ; mais ces travaux, si précieux en eux-mêmes, puisqu'ils constituent la base nécessaire et les fondements de la science de la vie, ont l'inconvénient, par leur spécialité, de ne s'adresser qu'à une catégorie restreinte de lecteurs. Ils ont en outre l'inconvénient de faire perdre de vue, même par les personnes familières avec ce genre d'études, les grandes lignes de la science, masquées sous l'encombrement des détails.

Il est utile, de temps en temps, de chercher à condenser en quelques pages les résultats acquis et à tirer de toutes ces recherches fragmentaires quelques idées générales, jalons indicateurs qui permettent au lecteur de s'orienter dans la multiplicité des faits. C'est ce que j'ai tenté de faire pour l'évolution du système nerveux. J'ai essayé, autant que l'état de la science actuelle se prête à cette synthèse, d'embrasser d'un coup d'œil d'ensemble les formes multiples du système nerveux et de voir comment ces formes dérivent les unes des autres. A côté de l'observation et de l'expérimentation pures, il n'est pas mauvais de placer, comme contre-poids, la comparaison des faits et leur généralisation. L'esprit ne peut qu'y gagner en étendue et en profondeur.

Pour être étudiés avec fruit, les phénomènes de la vie doivent être étudiés, non pas seulement sur un seul être,

Digitized by Google

mais comparativement chez tous. L'homme lui-même. et c'est une vérité bien démontrée aujourd'hui, ne représente qu'un des termes de la série, et malgré sa supériorité, ne peut être isolé du reste des êtres vivants. Quelle que soit l'idée qu'on se fasse de son origine, de sa nature, de sa destinée, il n'en demeure pas moins acquis que l'organisme humain n'est qu'un degré plus avancé de l'organisme animal. Le système nerveux de l'homme est calqué sur le système nerveux des animaux situés au-dessous de lui et on retrouve au bas de l'échelle des êtres les rudiments déjà bien indiqués de la vie nerveuse si developpée chez lui. Cette étude de la vie nerveuse à peine ébauchée n'est pas sans utilité, tant s'en faut, pour la compréhension des phénomènes nerveux supérieurs et nous avons plus d'une fois à en tirer des applications directes à la physiologie humaine.

Quand on descend successivement des animaux supérieurs aux animaux qui occupent les degrés inférieurs de l'échelle et qu'on les examine, même en se servant des procédés ordinaires les plus simples de l'anatomie grossière, on voit l'organisation compliquée des êtres supérieurs faire place peu à peu à une organisation de plus en plus rudimentaire ; les appareils se réduisent, se simplifient et finissent même par disparaître, jusqu'à ce qu'on arrive par une série de transitions insensibles à des organismes dans lesquels tout est confondu, dans lesquels il n'existe plus qu'une seule substance, le *protoplasma*, dans laquelle viennent pour ainsi dire se condenser tous les appareils et tous les organes. Il suffit du reste du coup d'œil le plus rapide pour que l'homme le plus étranger aux études scientifiques ait l'intuition de

Digitized by Google

cette dégradation dans la série animale ; il lui suffit de se rappeler les diverses formes qu'il connaît et qu'il a pu rencontrer : un mammifère, un oiseau, un reptile, un poisson, un limaçon, un ver de terre.

Cette décroissance n'existe pas seulement pour les animaux : on la retrouve encore pour les plantes ; aussi arrive-t-on, en descendant les deux séries, à des organismes composés d'une substance presque homogène, le *protoplasma* dont je parlais tout à l'heure, de telle façon que les deux séries, animale et végétale, ont ainsi un point de contact dans toute une classe d'êtres simples dont il est presque impossible de déterminer la nature exacte. C'est qu'en effet tout se tient dans le monde des êtres vivants et le naturaliste le plus exercé n'oserait pas dire : ici commence la vie végétale ; là commence la vie animale. Toutes les deux ont une origine commune dans ce *protoplasma* ; il constitue la substance vivante par excellence ; c'est la base physique de la vie, comme le dit Huxley ; c'est le chaos vital de Claude Bernard, la gangue informe où la vie va puiser les matériaux de son évolution future. D'abord simple et presque homogène, il se différencie peu à peu, se modèle, se transforme et, par une série de changements dont l'infinie variété se ramène à des lois dont quelques-unes peuvent déjà être entrevues, donne naissance aux différents types organiques.

Si, au lieu de considérer la série animale, nous prenons un animal quelconque et que nous le suivions dans ses transformations depuis l'époque de son apparition jusqu'à ce qu'il ait atteint son développement complet, nous retrouverons encore la même évolution

Digitized by Google

que tout à l'heure. A l'origine, l'individu, homme, mammifère, poisson, etc., n'est qu'une masse de substance protoplasmique, aussi homogène qu'un organisme inférieur et dans laquelle apparaissent peu à peu les tissus, les organes, les appareils tels qu'on les rencontre chez l'individu adulte. L'évolution individuelle est calquée en quelque sorte sur l'évolution des êtres et chaque stade intermédiaire de ce développement se retrouve presque intégralement dans un stade de la série animale et, à ce point de vue, on pourrait dire que l'homme, qui en occupe le point culminant, est successivement dans le cours de sa vie embryonnaire, amibe, rhizopode, poisson, amphibie, mammifère.

L'évolution du système nerveux se fait absolument de la même façon que celle de tous les autres appareils organiques, qu'on le considère dans la série animale ou dans le développement de l'individu. Il n'est qu'un dérivé de la substance protoplasmique primitive.

Pour bien comprendre cette évolution, pour saisir d'une façon nette comment le système nerveux et sa plus haute expression, le cerveau, ne sont en somme qu'une différenciation de ce protoplasma si infime, il n'y qu'à suivre pas à pas les changements qui se produisent, dans cette masse; on voit ainsi les premiers rudiments du système nerveux apparaître, ces rudiments se perfectionner peu à peu, se diversifier dans leurs éléments, se compliquer dans leur arrangement réciproque et donner naissance à des appareils d'abord simples et à peine ébauchés, puis de plus en plus complexes jusqu'à ce qu'on arrive à l'appareil nerveux perfectionné tel qu'on le trouve chez les vertébrés supérieurs et tel qu'il

Digitized by Google

atteint chez l'homme sa plus haute expression. A cette complexité croissante d'organisation, correspond aussi une complexité croissante de fonctionnement; à mesure que l'appareil se dégage et se délimite, la fonction nerveuse se définit et se spécialise : les diverses sensibilités atteignent leur exquise délicatesse, les mouvements se précisent, les aptitudes psychiques se développent et l'intelligence, avec toutes ses modalités, acquiert peu à peu toute son énergie.

A une extrémité de la série, une goutte microscopique de protoplasma, à l'autre le cerveau humain et la pensée. Comment passer de l'un à l'autre ?

Digitized by Google

CHAPITRE PREMIER

ANIMAUX SANS SYSTÈME NERVEUX

PROTOZOAIRES

Si l'on prend un peu d'eau stagnante et qu'on en porte une goutte sur le microscope, on y trouve presque toujours de petits organismes auxquels on a donné le

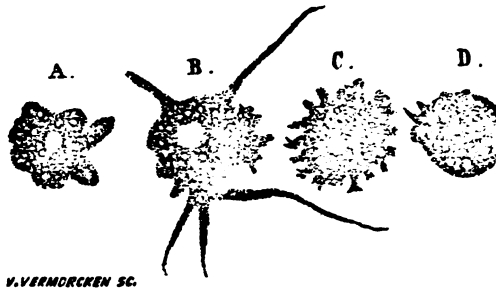


FIG. 1. — *Amibe* *.

nom d'*amibes* (fig. 1). Ces amibes se présentent sous l'aspect de petites masses de substance homogène dont

* A, B, C, D, formes diverses prises successivement par l'amibe pendant un quart d'heure. Son protoplasma est rempli de granulations (gross. 400 fois) (Ch. Robin, *Anatomie et physiologie cellulaires.)*

Digitized by Google

la transparence est atténuée par de nombreuses granulations ; on dirait un fragment de verre dépoli à bords hyalins. Quand on les examine au microscope pendant un certain temps et surtout si on en prend successivement plusieurs dessins à la chambre claire, on constate qu'elles présentent des changements de forme qui se produisent avec une assez grande lenteur. Sur un point de leur surface se dessine une sorte de boursouflure transparente qui s'étend peu à peu, et on voit le petit être non seulement changer de forme, mais progresser lentement comme par un mouvement de reptation rudimentaire ou plutôt de glissement.

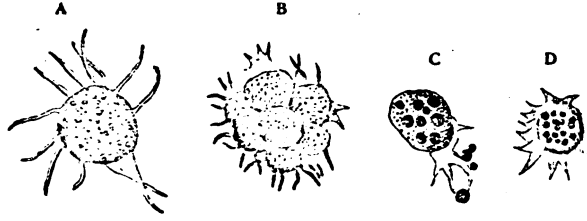


FIG. 2. — *Corpuscules lymphatiques du lombric et amibes des infusions* *.

Quand on examine une amibe dans une infusion, il est intéressant de constater comment elle se comporte avec les corpuscules qui l'entourent et comment elle se nourrit. Quand elle rencontre un corps étranger qui peut servir à sa nutrition, par exemple un granule végétal ou

* A, un corpuscule lympathique de lombric, isolé, avec ses prolongements transparents *(pseudopodies)*; B, amas de corpuscules lympathiques analogues; C, amibe saisissant un corpuscule coloré de bleu de Prusse pour le faire pénétrer dans sa substance; un certain nombre de ces corpuscules sont déja englobés dans le corps de l'amibe; D, corpuscules lymphatiques de lombric ayant englobé des corpuscules colorés; on remarquera la différence de forme des prolongements en A et en D (Balbiani).

Digitized by Google

tout autre corpuscule, on voit les prolongements de l'amibe s'étendre peu à peu autour du grain et finir, en se soudant, par l'entourer complètement, de façon qu'il se trouve engagé tout entier dans la masse même de l'amibe (fig. 2). Puis un temps se passe, pendant lequel la digestion du corps étranger se produit par un mécanisme sur lequel le microscope ne nous révèle rien, et alors ce qui reste du corps étranger, sa partie inutile et non assimilable, est expulsé du corps de l'amibe, par un processus inverse du processus d'introduction.

FIG. 3. — *Protamœba primitiva* *.

C'est là le degré le plus inférieur de la vie animale; chez quelques amibes l'existence d'un noyau peut déjà indiquer une structure un peu moins simple (fig. 1); chez quelques-unes même on commence à entrevoir une différence entre la substance intérieure granuleuse et la substance superficielle qui forme la couche limitante hyaline de l'organisme (fig. 3 et 4). Enfin dans quelques espèces il semble qu'il y ait déjà une distinction du corps en partie antérieure et partie postérieure, distinction qui

* L'animal est en voie de division. La première figure, à gauche, représente l'animal entier; la substance de son corps est limitée par un bord hyalin, transparent; la seconde le montre en voie de division par un étranglement médian; dans la troisième la division en deux organismes est accomplie; la *Protamœba* se distingue de l'amibe par l'absence de noyau et de vacuoles contractiles.

Digitized by Google

correspond à une progression de l'animal dans une direction déterminée. C'est à la partie postérieure du corps qu'apparaissent les cils rigides qu'on observe quelquefois par exemple chez l'*Amœba terricola*. Cependant, malgré les assertions contraires de quelques auteurs, l'introduction et l'expulsion des particules alimentaires paraissent se faire par toute la surface de l'organisme.

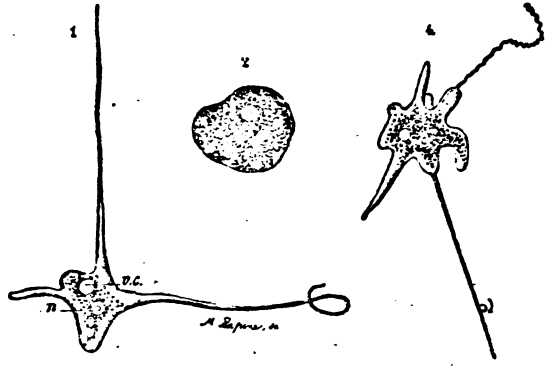


FIG. 4. — *Podostoma filigera* *.

Les prolongements ou les *pseudopodies* des amibes se présentent sous des formes variées. Quelques-unes, comme l'*Amœba guttula* et l'*Amœba limax*, en sont dépourvues et leur progression a lieu par une sorte de mouvement de reptation ou de glissement dû à l'afflux du protoplasma vers un côté du corps. Mais dans la plupart des espèces, ces afflux ou ces courants de protoplasma se localisent sur des points restreints de la surface

* Animal représenté à divers degrés d'expansion; *n*, *nucleus*; *vc*, vacuole contractile. Gross. 500 diamètres (Claparède et Lachmann, *les Infusoires et les rhizopodes*.)

Digitized by Google

de l'organisme et donnent naissance à des prolongements de forme et de disposition très variables. Ces prolongements sont tantôt gros et courts (fig. 1, A, et 3); tantôt fins et allongés (fig. 1, B). ramifiés et anastomosés entre eux (fig. 5); mais dans tous les cas leur caractère essentiel, c'est leur variabilité; ils s'étendent, s'allongent, se rétractent, disparaissent pour reparaître sur un autre point, se soudent aux prolongements voisins et se séparent les uns des autres, de façon que la forme de l'animal se modifie à chaque instant dans le cours de l'observation.

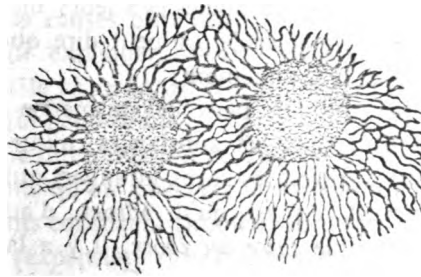


FIG. 5. — *Protogenes primordialis* (Hæckel).

Des corpuscules analogues à des amibes se retrouvent jusque chez les animaux supérieurs. Ainsi dans le sang, dans la lymphe, dans certains tissus du corps, on rencontre des globules (globules blancs) (fig. 2, A, B, D), dans lesquels les mêmes mouvements dits amœboïdes ont été constatés, dans lesquels se remarquent le même mode de préhension des corps étrangers et tous les caractères généraux essentiels des amibes.

Nous venons de voir comment l'amibe se nourrit : une particule alimentaire vient au contact du corps de

Digitized by Google

l'amibe; sous l'influence de ce contact, les expansions sarcodiques, les pseudopodies se forment et saisissent le corps étranger, elles l'entourent et l'englobent peu à peu jusqu'à ce que, sa digestion faite, le résidu non assimilable soit rejeté par un processus inverse du précédent. On a donc là un mouvement succédant à une impression extérieure; la surface du corps a reçu l'impression; elle a été *sensible* à cette action extérieure, c'est-à-dire que la modification superficielle produite par le contact du corps étranger a été suivie d'une modification des particules sous-jacentes qui a abouti de proche en proche à la projection des pseudopodies et à leurs mouvements successifs. En terme d'école, on peut dire que l'animal a la sensibilité et le mouvement.

Ce n'est pas tout. Le petit organisme ne prend pas indifféremment toutes les substances, n'introduit pas dans son intérieur tous les corps étrangers qui viennent à son contact. Il en est qu'il admet, d'autres qu'il repousse; il semble *faire un choix*. Il y a là déjà une réaction beaucoup plus complexe. Ce n'est plus comme tout à l'heure du mouvement succédant nécessairement à une impression; c'est un mouvement dont la manifestation dépend des qualités même de l'objet; il peut *être ou ne pas être* suivant que l'objet a telle ou telle propriété. L'objet utile est admis; l'objet nuisible est repoussé; mais il ne faudrait pas voir là un acte de conscience ou la mise en jeu d'une activité spéciale, d'une volonté en un mot; les choses peuvent s'expliquer plus simplement sans faire intervenir quoi que ce soit de mystérieux. Il est très admissible que certaines qualités physiques ou chimiques coïncidant avec la digestibilité

Digitized by Google

ou la non-digestibilité du corps en contact soient les causes du mouvement ou du non-mouvement.

Ainsi la dureté exagérée d'un corps n'*avertira* pas l'animal que ce corps est impropre à sa nourriture; mais elle peut, en agissant mécaniquement sur la substance de l'organisme, immobiliser la partie touchée en une sorte de tétanos, tel que celui qui se produit par les actions mécaniques intenses. Il n'y aurait là par conséquent ni conscience ni volonté; il n'y aurait qu'une adaptation des réactions organiques aux modalités diverses qualitatives et quantitatives des actions extérieures. Des causes purement physiques peuvent donc suffire pour expliquer cet ensemble de mouvements digestifs et le *choix apparent* que l'organisme fait parmi les corps qui l'entourent.

La même interprétation peut valoir pour expliquer les mouvements qu'on observe chez l'amibe, soit que ces mouvements consistent simplement en des changements de forme (expansion et rétraction des pseudopodies), soit qu'ils aboutissent à une progression. Les influences de chaleur, de lumière, d'humidité, etc., qui peuvent agir sur l'amibe sont difficilement accessibles à notre investigation et nous ne pouvons que les soupçonner; mais si l'on remarque que nous pouvons, en les appliquant expérimentalement, produire des mouvements identiques, on en tirera la conclusion que les mouvements naturels que nous apercevons tiennent probablement aux mêmes causes.

Il est cependant certains actes qui sont plus difficilement explicables. Dans les cas dont j'ai parlé plus haut, l'amibe se saisit du corps étranger quand celui-ci vient

Digitized by Google

en contact avec lui ; mais il arrive quelquefois que le corps est à une certaine distance de l'amibe, et dans ce cas c'est celle-ci qui envoie à sa rencontre les pseudopodies qui doivent le saisir et l'attirer ; elle va chercher sa proie. Il semble y avoir là une *sensibilité à distance;* comment l'expliquer ? Faudrait-il admettre une sorte de *vision diffuse rudimentaire ?* L'approche d'un corps étranger, diminuant la quantité de lumière qui arrive sur un point du corps de l'amibe, déterminerait en ce point un mouvement et la formation d'une pseudopodie. Mais cette hypothèse est peu acceptable et pour ma part le phénomène me paraît susceptible d'une autre interprétation. On sait combien est transparente la substance qui constitue les pseudopodies; quand cette substance ne contient pas de granulations — et c'est le cas pour les prolongements les plus fins — elle a la même réfringence que le milieu ambiant et ce n'est qu'avec la plus grande attention qu'on peut les apercevoir, même avec les plus forts grossissements. Ne se peut-il pas que des prolongements d'une ténuité telle qu'ils échappent à la vue aillent dans toutes les directions, de sorte qu'un seul de ces prolongements rencontrant par hasard le corps étranger détermine l'afflux du protoplasma vers ce corps et son enveloppement consécutif ?

J'ai fait, il y a longtemps déjà, l'observation suivante qui parle en faveur de l'opinion que je viens d'émettre. En examinant au microscope, de suite après l'opération, le liquide d'un hydrocèle, je trouvai dans ce liquide des globules tout à fait analogues aux globules blancs. En continuant l'observation pendant un temps assez long sur ces globules, en maintenant la prépa-

Digitized by Google

ration dans des conditions convenables de température et d'humidité, je vis, au bout d'un certain temps, des prolongements se produire à la surface de ce globule; ces prolongements, d'abord assez volumineux, s'amincirent peu à peu en s'allongeant et atteignirent bientôt les limites de la préparation; en même temps ils s'anastomosaient les uns avec les autres de sorte que le champ du microscope fut bientôt couvert d'un réseau délicat constitué par des trabécules d'une finesse extrême et qui n'étaient visibles qu'avec la plus grande attention. L'examen était fait dans le liquide même de l'hydrocèle. Evidemment tout objet, quelque petit qu'il fût, situé dans le champ du microscope, aurait été en contact avec un au moins de ces prolongements protoplasmiques [1].

Deux points méritent encore de fixer un instant l'attention. Cette amibe constitue un petit organisme distinct, un individu; il est lui et non un autre. Mais cette individualité n'est que relative. En effet, on voit souvent plusieurs de ces organismes s'anastomoser par leurs prolongements et se fusionner. On peut se demander cependant si cette fusion est réelle et s'il n'y a pas là plutôt une coalescence temporaire comparable à une sorte de copulation ou de conjugation comme celles qu'on observe chez beaucoup d'organismes inférieurs.

Le second point, que j'ai déjà mentionné en passant, c'est que la substance de l'amibe est la même partout; il n'y a pas chez elle de distinction réelle en partie

[1] Cette observation a été faite, il y a longtemps déjà, à l'hôpital militaire de Strasbourg où j'avais un service de chirurgie.

Digitized by Google

corticale et en partie centrale; une portion donnée de sa substance sera tour à tour superficielle ou intérieure;

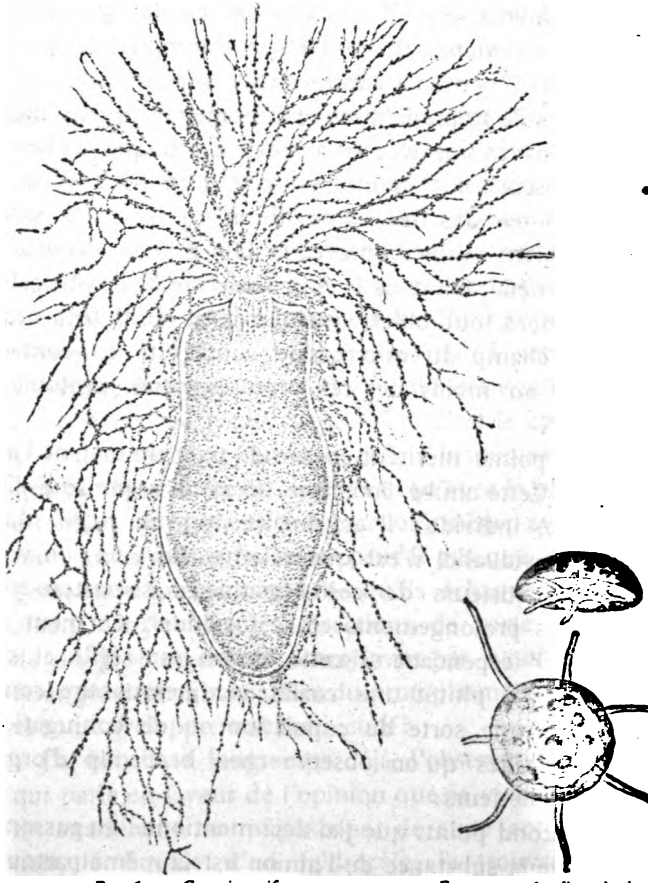


FIG. 6. — *Gromie oviforme.* FIG. 7. — *Arcelle vulgaire.*

chaque fragment a les propriétés du tout. Le contour de l'animal paraît bien marqué par une ligne plus

Digitized by Google

transparente, mais cette substance transparente rentrera un instant après dans les parties profondes et prendra à son tour l'aspect granuleux. En un mot, c'est la même substance qui digère, qui assimile, qui excrète, qui respire, qui sent et qui se meut.

Les autres espèces de rhizopodes nus ou à coquilles ne diffèrent pas sensiblement des amibes au point de vue de leurs caractères physiologiques généraux et spécialement de leurs mouvements et de leurs prolongements sarcodiques. C'est ce qu'on peut voir par exemple sur les figures 6 et 7 qui représentent deux espèces de rhizopodes à coquille, l'arcelle vulgaire et

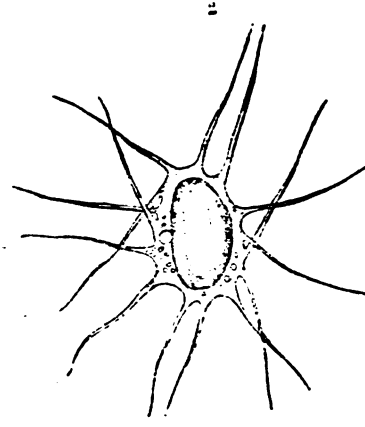


Fig. 8 — *Actinophrys tenuipes* *.

la gromie oviforme, dont les prolongements ou pseudopodies correspondent aux deux formes principales

* La partie centrale du corps de l'animal est occupée par une grosse vacuole contractile. Animalcule d'eau douce (Claparède et Lachmann).

Digitized by Google

de prolongements que nous avons vus chez les rhizopodes nus.

La différenciation commence à se faire quand on passe des amibes et de leurs congénères aux héliozoaires et aux radiolaires, comme dans l'*Actinophrys* (fig. 8) et la *thalassicole* par exemple (fig. 9), et en même temps

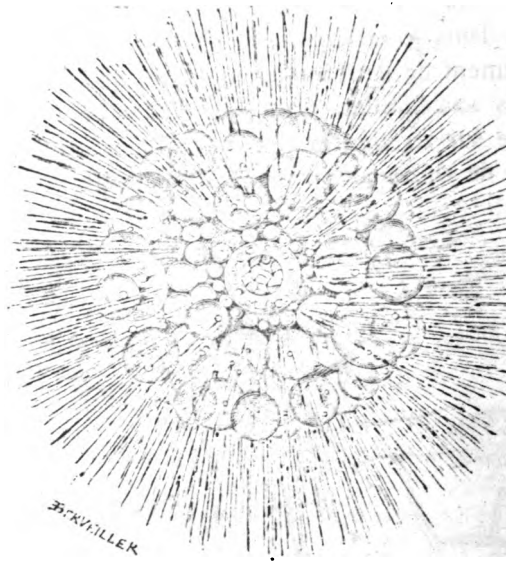


FIG. 9. — *Thalassicole pélagique* *.

commence ce qu'on a appelé la *division du travail physiologique*. Les caractères, jusqu'ici variables, de forme et de structure commencent à se fixer. Le corps tend à se rapprocher de la forme sphérique; les prolongements

* Au centre du corps se trouve la *capsule centrale* qui contient un gros noyau entouré de gouttelettes de graisse. La substance intra-capsulaire renferme de nombreuses vacuoles contractiles sphériques (gross. 25 à 30 diamètres).

Digitized by Google

pseudopodiques, plus réguliers, plus constants, sont ordinairement indépendants les uns des autres et entourent, comme des rayons, toute la superficie du corps; quelquefois même, dans certaines espèces, l'axe des pseudopodies est occupé par un filament rigide qui assure leur solidité et leur constance (fig. 10). Le noyau,

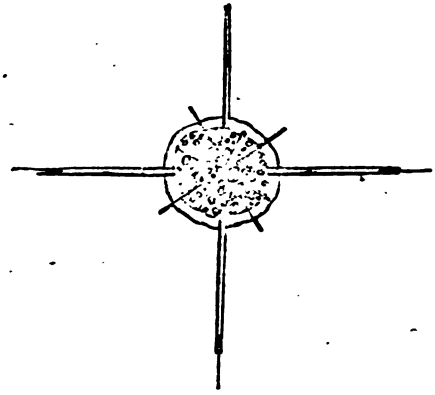


FIG. 10. — *Acanthometra pallida* (Claparède)*.

qui n'était qu'accessoire chez les amibes, ne manque presque jamais. Les mouvements, sauf dans quelques espèces inférieures, ont perdu presque complètement le caractère amœboïde et sont en général peu actifs. La préhension des corpuscules alimentaires se fait du reste comme chez les amibes et est facilitée encore par l'action paralysante ou stupéfiante qu'exercent les pseudopodies sur les infusoires avec lesquels elles viennent en contact.

Il serait facile de trouver des formes de transition entre

* Les filaments axiles des pseudopodies vont jusqu'au centre du corps de l'animal.

Digitized by Google

les rhizopodes et les deux groupes principaux d'infusoires. Ainsi, dans quelques cas, les prolongements fins et rigides de l'*Amœba radiosa* peuvent présenter, comme un véritable *flagellum*, des mouvements de fouet ou d'ondulation de leur extrémité. Un flagellum existerait même d'après Lachmann, dans le genre *Podostoma* (fig. 4). Il en est de même pour les infusoires ciliés. Ainsi, dans un rhizopode à coquille, le *Diaphorodon mobile*, toute la surface du corps est couverte de cils fins et j'ai déjà mentionné les cils courts qui existent à la partie postérieure de l'*Amœba terricola*. Du reste Czerny a fait sur ce sujet une expérience intéressante : en plaçant des amibes dans une solution étendue de sel marin, il a vu le corps de ces animaux se recouvrir de cils agités d'un mouvement d'oscillation. On retrouve aussi d'ailleurs chez les infusoires inférieurs des formes amœboïdes et des mouvements de même nature peuvent s'observer encore dans des espèces assez élevées.

Avec les *infusoires*, nous faisons un pas en avant. L'activité physiologique se diversifie et se spécialise ; l'on voit même apparaître les premiers rudiments de la vie psychique, quoiqu'on n'ait pu chez eux, jusqu'ici du moins, constater rien qui ressemble à un système nerveux. Mais ceci ne s'applique qu'aux infusoires ciliés, c'est-à-dire aux formes les plus élevées dans la série. Chez la plupart des infusoires flagellés au contraire, l'activité physiologique n'est guère au-dessus de ce qu'elle est chez les rhizopodes, et il en est même, comme les *monadines* (fig. 11), chez lesquels elle est certainement inférieure.

Digitized by Google

Chez la plupart des infusoires, la différenciation histologique et la division du travail physiologique qui lui correspond portent sur quatre points principaux : la nutrition, le mouvement, la sensibilité et la repro-

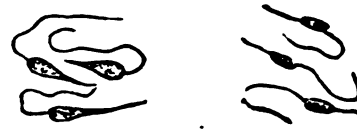


Fig 11. — *Cercomonade.*

duction. Dans quelques espèces, comme les monades, la nutrition se fait absolument comme chez les amibes ; mais, chez la plupart de ces petits êtres, l'introduction de l'aliment a lieu par un point déterminé de la surface du corps ; tantôt comme chez beaucoup de flagellés, il

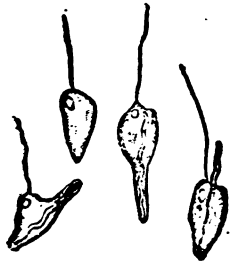


Fig. 12. — *Bodo viridis* *.

Fig. 13. — *Prorocentrum micans.*

Fig. 14. — *Paramecium glaucum* **.

n'y a pas de bouche proprement dite ; mais, au moment où le corps étranger qui doit servir d'aliment vient de

* L'orifice buccal est situé à la base du flagellum et se prolonge quelquefois en forme de tube pharyngien. Outre le flagellum représenté dans cette figure, l'animal en possède un second, non représenté ici, et qui sert à la fixation de l'animal.

** *o*, bouche ; *vc*, vésicule contractile (Claparède).

Digitized by Google

toucher la surface de l'organisme amené par le flagellum, il se forme à la base de ce dernier une *vacuole* qui reçoit le corps étranger et, tout en le digérant, l'entraîne peu à peu vers l'extrémité opposée de l'organisme et l'élimine à l'extérieur ; il semble qu'il y ait là une sorte d'estomac ou de cavité digestive voyageant de la partie antérieure à la partie postérieure du corps et faisant successivement office de bouche, d'estomac, d'intestin et d'anus. Un fait remarquable, c'est que la vacuole nutritive paraît accommoder sa grandeur à celle du corps étranger. Chez les espèces supérieures, on trouve une bouche véritable; tantôt c'est une simple dépression située ordinairement à la base du flagellum (fig. 12 et 13); d'autres fois, comme chez beaucoup d'infusoires ciliés, c'est une ouverture en forme d'entonnoir (fig. 14), à laquelle peut même faire suite un œsophage ou un pharynx (fig. 15 et 16), quelquefois mobile et contractile ; enfin on trouve souvent un anus (fig. 17). Quant à l'existence d'un estomac et d'un intestin admise par quelques auteurs, elle est encore douteuse. Un autre mode de nutrition se présente chez les *acinètes*, sortes d'infusoires parasites. Ils possèdent deux espèces de prolongements tentaculaires, les uns pour la préhension de leur proie, les autres pour la succion ; la substance du corps étranger passe ainsi par une sorte de mouvement de courant dans la substance même du corps de l'acinète et comme par aspiration (fig. 18).

Les mouvements des infusoires présentent pour nous beaucoup plus d'intérêt. Quand on examine à un grossissement suffisant le corps d'un infusoire, on voit qu'au-dessous de la membrane ou cuticule, qui en

Digitized by Google

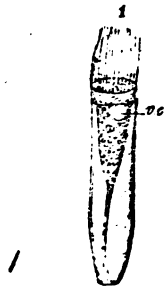


Fig. 15. — *Tintinnus inquilinus* *.

Fig. 17. — *Plagiotoma cordiformis* ***.

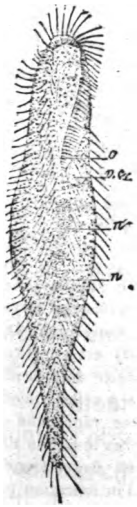


Fig. 16. — *Oxytricha caudata* (Ehrenberg) **.

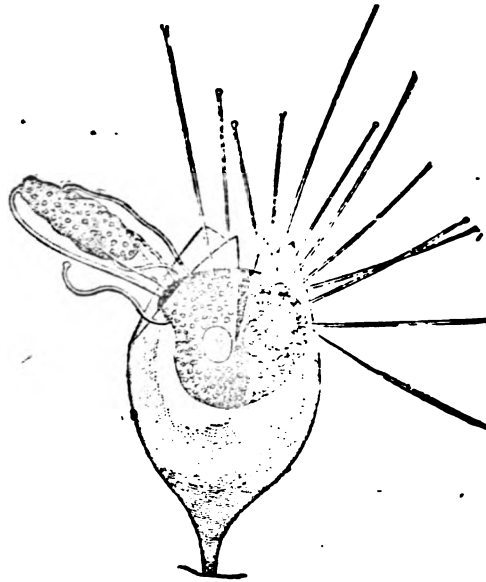


Fig. 18. — *Acinète suçant sa proie* (d'après Claparède, *Infusoires*, 2e partie.)

* *vc*, Vacuole contractile.
** *n*, Nucléus ; *o*, bouche ; *vc*, vacuole contractile.
*** *n*, Nucléus ; *vc*, vacuole contractile ; *o*, bouche ; *ω*, anus.

Digitized by Google

constitue l'enveloppe extérieure, se trouve une couche contractile distincte de la substance profonde sous-jacente. Cette couche contractile présente quelquefois des stries analogues à celles du tissu musculaire et dans quelques espèces, le *stentor* par exemple, on constate l'existence de véritables fibrilles musculaires marchant dans des directions déterminées, ainsi convergeant vers l'orifice buccal; le pédicule des vorticelles est aussi occupé par un véritable muscle (fig. 19)[1].

FIG. 19. — *Vorticelle citrinée* *.

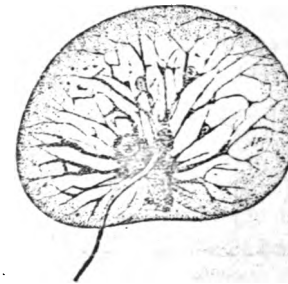


FIG. 20. — *Noctiluque miliaire* (d'après de Quatrefages.)

[1] Je rappelerai ici que chez des animaux dont la place dans la série des protozoaires n'est pas encore tout à fait déterminée, les *noctiluques*, on trouve aussi une structure qui rappelle le tissu musculaire. Le prolongement flagelliforme qui sert d'organe de locomotion à l'animal (fig. 20) est constitué en effet par un tube membraneux et par un contenu fibrillaire dont la disposition serait d'après Butschli identique en bien des points à celles qu'offrent souvent les fibres musculaires lisses. Vignal au contraire rapproche cette substance contractile de la fibre musculaire striée. D'après le même auteur le curare n'abolit pas la contractilité du prolongement flagelliforme qui reste encore excitable à l'électricité: seulement après l'intoxication par le curare, les contractions spontanées (volontaires) du prolongement ne pourraient se faire, ce qui permettrait d'assimiler à un filet nerveux le filament qui va du plasma central du corps de l'animal à la base du flagellum. On sait en effet que le curare n'abolit pas la contractilité de la substance musculaire,

* *a*, animal vu à un faible grossissement, le pédicule contracté.

Digitized by Google

A cette couche contractile s'ajoutent, comme organes moteurs, les prolongements de diverses formes qui, sous le nom de cils, de cirres, de tentacules, de flagellum, etc., partent de la surface du corps et sur lesquels est basée la classification des infusoires. Ces cils sont tantôt uniformément répartis sur toute la surface du corps (fig. 14), tantôt groupés dans certaines régions et spécialement autour de la bouche (fig. 15). Ces cils sont agités de mouvements très vifs, de sorte qu'au microscope la vitesse de ces mouvements, amplifiée par le grossissement, empêchant de les voir, l'animal paraît

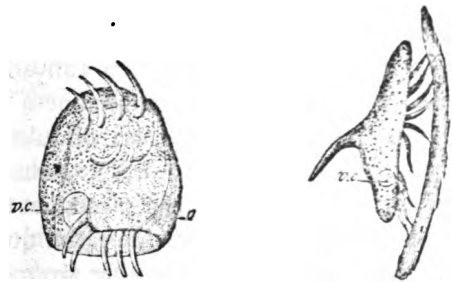


Fig. 21. — *Aspidisca turrita* (Claparède et Lachmann, d'après Ehrenberg)*.

entouré d'une zone claire transparente, mais ils deviennent très apparents quand ils se ralentissent, ce qui arrive toujours au bout d'un certain temps quand on continue l'observation ; on voit alors que le mouvement de tous ces cils se fait dans le même sens. Les mouvements de ces cils paraissent tout à fait involontaires,

mais empêche l'action du nerf sur les muscles. Cette observation de Vignal a été contredite par Robin et Cadiat. Dans la figure 20 l'animal est grossi environ cent fois.

* Vue de face et de profil; *v.c.*, vacuole contractile ; *o*, bouche.

Digitized by Google

tandis que ceux des autres prolongements (cirres, tentacules, etc., fig. 21), ne se font qu'à certains moments, pour un but déterminé et semblent soumis à la volonté de l'animal.

Les prolongements en forme de *flagellum* sont très peu nombreux ; ils peuvent même se réduire à deux ou à un seul et coexister ou non avec des cils. Enfin certains prolongements servent à la fixation de l'animal, comme le pédicule des vorticelles, et à certains usages spéciaux, comme les suçoirs de l'acinète. Les mouvements en rapport avec ces différents organes présentent chez les infusoires une très grande variété, et c'est un des spectacles les plus intéressants que de les observer dans une goutte d'eau croupie ou dans un milieu convenable. On voit le corps passer de la forme sphérique à la forme ovale, s'allonger, se courber en arc, onduler comme une membrane peu tendue, s'aplatir, se contourner en spirale, s'étrangler ou se renfler par places, et tout cela en l'espace de quelques moments, de façon que l'organisation intérieure de l'animal semble se modifier à chaque instant. En même temps que ces changements de forme dus à la couche contractile périphérique de leur substance, on observe des déplacements et des mouvements de progression. Tantôt c'est une rotation qui quelquefois se fait sur place et entraîne dans une sorte de tourbillon toutes les particules qui l'entourent ; d'autres fois cette rotation se combine avec un mouvement de progression. Cette progression a lieu habituellement toujours dans une même direction, la tête en avant, si on ose donner le nom de tête à la partie antérieure de ces petits organismes ; mais il peut arriver,

Digitized by Google

spécialement chez les *cilio-flagellés*, que la progression se fasse soit en avant, soit en arrière. Tantôt c'est une sorte de course plus ou moins rapide ou une série d'allées et de venues qui rappellent d'une façon frappante le chien qui cherche une piste. La progression est produite soit par les mouvements des cils, soit par le flagellum : dans quelques cas, celui-ci présente une rotation en pas de vis et agit comme une véritable hélice ; puis quelquefois brusquement, quand l'infusoire a devant lui un obstacle, on le voit reculer et prendre une autre direction. Quand on fait ces observations, quand on examine la variété, la précision, la coordination de ces mouvements, et surtout leur exécution en vue d'un but déterminé, la recherche d'une proie, on ne peut s'empêcher de les comparer aux mouvements volontaires des animaux supérieurs, et on est porté à accorder à ces petits êtres des aptitudes et des activités d'un ordre relativement élevé.

A ce point de vue, il est important de constater chez eux l'état de la sensibilité. Il est évident d'abord que les prolongements qu'ils présentent, cils, flagellum, etc., sont à la fois, sinon tous, au moins beaucoup d'entre eux, des organes de mouvement et des organes de sensibilité tactile. Cette sensibilité est même très délicate, et, pour s'en assurer, il n'y a qu'à voir la façon dont ces petits êtres se comportent avec les corps étrangers qui leur servent de nourriture ou avec d'autres infusoires. Ils sont sensibles aussi non seulement aux variations de température, mais à certaines qualités des corps qui correspondent probablement à ce que nous appelons goût et odorat; comment expliquer autrement leur

Digitized by Google

accumulation dans les points où se trouve leur nourriture habituelle? La lumière agit aussi sur les infusoires; les uns la recherchent, tandis que les autres semblent la craindre et la fuir; on a pu les distinguer à ce point de vue en *photophobes* et *photophiles*. Leur progression se fait généralement dans une direction parallèle à celle des rayons lumineux. Faut-il admettre chez eux des organes pour la perception de la lumière? La question a été vivement discutée. Chez plusieurs espèces existent, à la partie antérieure du corps, un ou deux points rouges *(taches oculaires, stigmates)* qui sont constitués par du pigment rouge; ces taches paraissent par elles-mêmes insensibles à la lumière, mais en avant d'elles, on a trouvé un corps incolore, fortement réfringent, qu'on a comparé à un cristallin, et même, d'après Pouchet, on constaterait chez quelques péridiniens un véritable œil rudimentaire constitué par une couche pigmentaire, une cornée et un cristallin. Engelmann aurait même, chez les eugléna, démontré la sensibilité à la lumière d'un point transparent situé en avant de la tache oculaire.

L'existence chez certains infusoires d'un organe visuel, existence qui paraît aujourd'hui bien démontrée, mérite de nous arrêter un instant à cause de son importance au point de vue qui nous occupe ici. On serait tenté de voir dans cet organe oculaire la première trace d'un système nerveux, en un mot un véritable organe sensoriel. Il y aurait là, je crois, une erreur d'interprétation. Il faut, en effet, distinguer soigneusement, dans ce qu'on appelle l'œil, l'appareil nerveux et l'appareil dioptrique, la rétine et le nerf optique d'une part, le cristallin et les milieux réfringents de l'autre. Cette

Digitized by Google

distinction se trouve déjà justifiée à la fois par le fonctionnement physiologique et par le développement même des deux appareils. Le cristallin se développe tout à fait indépendamment de la rétine et, au point de vue fonctionnel, il agit comme une simple lentille. Si je concentre avec une lentille les rayons lumineux sur un point localisé d'un organisme composé de protoplasma sensible à la lumière, cette concentration de rayons amènera une excitation en ce point et pourra déterminer tel ou tel mouvement. Eh bien, l'organe oculaire des infusoires n'agit pas autrement que cette lentille; ce n'est pas en réalité un organe visuel, c'est un organe dioptrique qui localise et concentre la lumière, et qui n'implique en rien une activité nerveuse. Avec cette interprétation, on s'explique facilement qu'on ait pu rencontrer ces taches oculaires chez des micro-organismes végétaux, comme Balbiani l'a constaté récemment sur le *Pandorina morum*[1], fait qui pourrait sembler bien étrange si l'on donnait à ces taches oculaires la signification d'organes sensoriels véritables.

L'observation des infusoires semble donc indiquer chez eux une certaine activité psychique et l'existence de mouvements volontaires et d'une véritable conscience. La manière dont ils recherchent leur nourriture le prouve déjà d'une façon suffisante; mais il est d'autres faits qui sont plus remarquables encore et qui paraissent révéler chez eux des actions psychiques d'un ordre relativement élevé. Quand un petit infusoire s'approche d'un gros, dès qu'il est atteint par le mou-

[1] Voir les intéressants articles d'A. Binet sur *la Vie psychique des micro-organismes (Revue philosophique*, 1887, p. 469).

Digitized by Google

vement de ses cils, il s'enfuit, puis se contracte et reste immobile : on pourrait attribuer cette attraction à un effet purement physique, analogue à la contraction tétanique produite par une action mécanique sur une masse de protoplasma ou à une action chimique intoxicante. Mais alors pourquoi cet effet ne se produit-il pas quand il touche un infusoire de même taille ou plus petit, et seulement quand cet infusoire est plus volumineux et à craindre pour lui ? Les phénomènes présentés par les vorticelles qui, fixées par leur pédicule, ne peuvent prendre la fuite, sont encore plus instructifs ; l'animal mesure pour ainsi dire sa contraction au degré et à l'étendue du danger. Il ne fait d'abord que rétracter les cils qui entourent la partie buccale ; puis la rétraction s'étend à la partie postérieure du corps, et, pour un danger imminent, il ne reste plus de l'animal qu'une sorte de boule immobile à l'extrémité du pédicule. N'y a-t-il pas là, en l'absence de tout système nerveux, les rudiments incontestables de ce que nous appelons sensibilité, conscience, émotion, volonté ?

Les phénomènes si curieux qui précèdent l'accouplement des infusoires et qui ont été si bien décrits par Balbiani, Engelmann, O. Schmidt, montrent aussi chez ces animalcules une sorte d'*instinct sexuel* rudimentaire, comparable au rut et aux préludes de l'accouplement chez les animaux supérieurs [1].

[1] Voici ce qu'Engelmann observa en étudiant des bourgeons de vorticelles en train de se détacher. Ces bourgeons une fois libres, nagent avec une vitesse assez uniforme en tournant toujours autour de leur axe longitudinal et en suivant généralement une direction à peu près rectiligne. « Ceci dura cinq à dix minutes, ou peut-être encore davantage, sans que rien de particulier eût lieu.

Digitized by Google

En présence de pareils faits, on peut se demander si réellement le système nerveux est absent chez les infusoires. L'existence d'un œil a été invoquée en faveur de cette opinion, mais nous venons de voir que la présence d'un œil purement dioptrique n'implique en rien l'existence d'un système nerveux. Je mentionnerai cependant un fait intéressant à ce point de vue et qui a été constaté sur le *Stylonichia mytilus* (fig. 22). Cet infusoire porte de chaque côté de la bouche et sur la face inférieure du corps des cils séparés les uns des autres par d'assez longs intervalles. Les mouvements de ces cils, qui servent à la progression de l'animal, se font d'une

Puis la scène changea tout à coup. Arrivé par hasard dans le voisinage d'une vorticelle fixe, le bourgeon changeait de direction, parfois comme avec une secousse; il s'approchait de la vorticelle fixe, en dansant comme un papillon qui joue autour d'une fleur, il glissait sur elle en la tâtant ça et là, sans cesser jamais de tourner sur son axe longitudinal. Lorsque ce jeu avait duré quelques minutes et même qu'il s'était répété plusieurs fois aupres de divers individus fixes, le bourgeon se fixait généralement à l'extrémité inférieure ou « aborale » au voisinage de la tige. Au bout de quelques minutes on pouvait déja constater que la fusion était en train de s'effectuer. » On peut cependant se demander si le bourgeon n'était pas entrainé involontairement par le tourbillon produit par la vorticelle.

Mais cette explication ne pourrait guère s'appliquer au fait suivant observé par O. Schmidt. Un bourgeon libre, dit ce naturaliste, croisa la direction que suivait, avec une grande vitesse, une grosse vorticelle qui chassait à travers les gouttes et qui avait abandonné sa tige suivant le mode habituel. Au moment où elle rencontra le bourgeon, sans qu'il se produisît d'ailleurs le moindre contact, celui-ci changea subitement de direction et suivit la vorticelle avec une vitesse très grande. Il se fit une véritable chasse qui dura cinq secondes environ. Le bourgeon, pendant ce temps, demeura seulement à un millimètre en arrière de la vorticelle, mais il ne l'atteignit pas et la perdit au moment où celle-ci effectua une conversion soudaine. Là-dessus, le bourgeon poursuivit sa propre route, avec la vitesse moindre qu'il avait au début. Et le naturaliste ajoute : « Ces exemples sont remarquables, car ils dénotent une perception fine et rapide, une décision volontaire prompte et assurée, une innervation motrice indépendante et graduelle. » (Brehm, *Vers*, etc., trad. française, p. 687). Voir aussi sur ce point les articles de A. Binet dans la *Revue philosophique*.

Digitized by Google

façon indépendante les uns des autres et ont le caractère des mouvements volontaires. Engelmann, qui les a étudiés attentivement, a vu de chacun des cils partir un filament qui se dirige vers la ligne médiane inférieure du corps, et il considère ces filaments comme étant de nature nerveuse. Il faut cependant remarquer que les réactifs colorants n'agissent pas sur eux comme sur les fibres nerveuses et qu'en outre ils ont des propriétés optiques différentes. Cette observation ne peut donc jusqu'à nouvel ordre être invoquée en faveur de l'existence d'un système nerveux ; il faut attendre que des recherches plus précises soient venues mettre le fait hors de doute.

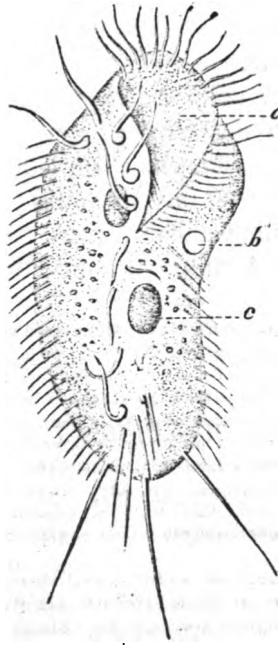


Fig. 22. — *Stylonichia mytilus* *.

Mais si chez les infusoires, le système nerveux manque en tant qu'appareil distinct et indépendant, on pourrait dire à juste titre qu'il y existe *à l'état diffus* et que chez eux la puissance nerveuse réside dans tout l'organisme en ne se localisant nulle part; il n'y a pas d'organe central et d'organes de transmission, mais

* *a*, péristome ou entonnoir au fond duquel se trouve la bouche; *b*, vacuole contractile; *c*, nucléus.

Digitized by Google

chaque particule de l'organisme remplit à la fois les deux rôles. Cette question s'éclaircit singulièrement par les expériences de division artificielle d'infusoires pratiquées dans ces derniers temps par quelques naturalistes et entre autres par Grüber. On peut, en s'adressant à des infusoires assez volumineux, comme les *stentors*, les diviser en deux parties et voir chacune des deux parties se régénérer de façon à former un individu complet. Mais si on divise l'animal *incomplètement* en produisant ainsi une sorte de monstre double, composé de deux moitiés ne tenant plus que par un pont plus ou moins mince de substance protoplasmique, on observe des faits intéressants. Tant que le pont qui les réunit existe, les deux moitiés présentent une remarquable synergie de leurs mouvements, et non seulement des mouvements de locomotion, mais aussi des mouvements de leurs cils, et cette synergie persiste tant qu'un filament protoplasmique les réunit; mais, dès que ce filament est rompu, dès que l'union est détruite, les deux moitiés se comportent comme deux êtres tout à fait indépendants.

En résumé, chez ces animaux dépourvus de système nerveux, nous trouvons donc, à l'état rudimentaire, les divers modes d'activité que nous désignons habituellement sous le nom d'activité nerveuse.

Digitized by Google

CHAPITRE II

ANIMAUX A SYSTÈME NERVEUX

Nous abordons maintenant les animaux qui possèdent un système nerveux et nous allons suivre l'évolution de ce système nerveux dans la série animale, et voir comment il s'élève peu à peu, par des degrés successifs, à l'état qu'il présente chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme. Quoique les formes de transition que nous rencontrerons ne permettent guère de faire des coupures dans ces degrés successifs et d'y créer des catégories forcément artificielles, on peut cependant, pour plus de clarté, grouper sous quatre types principaux ces formes ascendantes du système nerveux. — Ces types sont les suivants :

1° Type disséminé ;
2° Type radié ;
3° Type bilatéral ventral ;
4° Type médian dorsal.

TYPE DISSÉMINÉ

CŒLENTÉRÉS

1° *Type disséminé*. — Ce type se rencontre chez les *rayonnés* inférieurs ou *cœlentérés*. Le système nerveux est constitué par un plexus situé au-dessous de la couche épithéliale *(ectoderme)*, plexus qui communique avec les prolongements des *cellules sensitives* de l'ectoderme

Digitized by Google

(fig. 23). Ainsi chez les polypes, tels que l'hydre verte, par exemple, on trouve sous l'ectoderme un réseau à larges mailles dans lequel sont disséminées des cellules

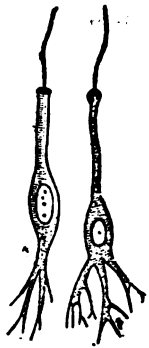


Fig. 23. — *Cellules sensorielles de l'ectoderme de l'Aurelia aurita* *.

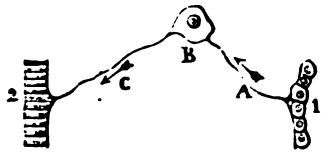


Fig 24. — *Schéma de l'action réflexe* **.

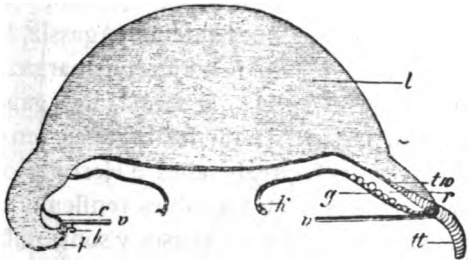


Fig. 25. — *Coupe schématique d'une méduse* ***.

nerveuses à deux ou trois prolongements; ces prolongements seraient en connexion d'une part avec les cellules sensitives (cellules tactiles) de l'ectoderme, et de

* Ces cellules sensitives ou sensorielles, dites aussi *neuro-épithéliales*, sont pourvues à leur extrémité libre d'un filament allongé et mince et se continuent du côté interne par de fins prolongements qui pénètrent dans la partie profonde de la couche épithéliale pour se réunir en un réseau délicat de fibres protoplasmiques de nature probablement nerveuse (Lankester).

** 1, cellules épidermiques et surface sensible tactile; A, nerf sensitif; B, cellule nerveuse ganglionnaire; C, nerf moteur; 2, muscle. La direction des flèches indique le sens de la transmission nerveuse.

*** La coupe de cette méduse *(Curcina rhododacyla)* est verticale et faite à travers le disque suivant un plan radial à droite, interradial à gauche; *l*, disque gélatineux muni à sa face inférieure d'une couche musculaire (sous-ombrelle); *b*, un repli marginal; *v*, velum ou repli marginal; *b*, corpuscules marginaux; *c*, canal annulaire; *tt*, un des tantacules; *tw*, sa racine; *r*, canal rayonnant; *k*, cavité gastro-vasculaire; *g*, produits sexuels (Gegenbaur).

Digitized by Google

l'autre avec les fibres musculaires ; on aurait ainsi sous sa forme la plus simple, la réalisation du schéma classique de l'action réflexe (fig. 24). Dans les actinies, on a constaté aussi la présence de plexus nerveux et de cellules ganglionnaires. Mais les recherches ont surtout porté sur les méduses, et grâce aux investigations des frères Hertwig, on est arrivé à des résultats assez précis sur ce sujet. Chez tous ces êtres (fig. 25), sauf certaines espèces de méduses dont je parlerai tout à l'heure, le système nerveux est disséminé, étalé, sans trace de centralisation. Quelques auteurs (Agassiz, Haeckel) ont bien décrit dans les méduses à repli marginal ou *craspédotes* comme l'*hippocrène*, la *sarsia*, des ganglions d'où partiraient les nerfs pour les organes sensitifs et les tentacules; mais les recherches d'Hertwig ont montré qu'il ne s'agit pas là de véritables renflements ganglionnaires et que les cellules nerveuses y sont uniformément réparties. L'anneau nerveux qui accompagne le canal annulaire du bord de l'ombrelle se divise en deux anneaux secondaires, un supérieur et un inférieur réunis par des fibrilles nerveuses; les cellules nerveuses de l'anneau inférieur sont plus volumineuses et fournissent surtout aux muscles; celles de l'anneau supérieur sont plus petites et envoient des filets aux tentacules; on trouve donc déjà une distinction du système nerveux sensitif et du système nerveux moteur, mais pas d'organe central.

La concentration du système nerveux commence à se montrer dans les méduses *acraspèdes*, c'est-à-dire dépourvues de repli marginal. On trouve chez elles huit centres nerveux pour les huit rayons qui composent l'animal et ces centres nerveux, dont la structure n'est

Digitized by Google

pas encore complètement élucidée, correspondent aux *corpuscules marginaux* du bord de l'ombrelle, corpuscules marginaux qui sont soit en nombre égal au nombre des rayons de l'animal, soit en nombre double, triple, quadruple, etc.

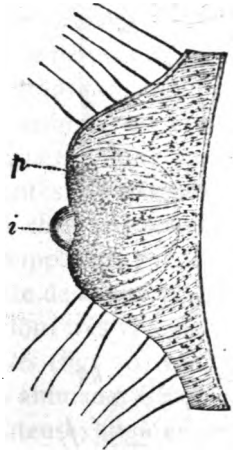


Fig. 26. — *Œil de Lizzia Köllikeri* *.

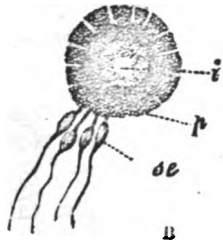


Fig. 27. — *Eléments de l'œil de Lizzia* *

Ces corpuscules marginaux représentent de véritables organes sensitifs et se présentent sous deux formes, celles de *vésicules auditives* ou *otocystes* et celles de *taches* ou *organes oculaires (ocelles)*. Il est rare que les vésicules auditives et les ocelles se trouvent réunies sur le même individu ; suivant les espèces ils possèdent l'une ou l'autre, ce qui a permis de distinguer les méduses en

* L'œil de *Lizzia* est situé à la base d'un tentacule et constitué par un cristallin, *i*, et un bulbe percepteur, *p*, formé d'avant en arrière par des cellules pigmentaires (*c*, *r*, fig. 27), des cellules sensorielles rétiniennes (*se*, fig. 27) et des cellules ganglionnaires. L'œil des *Oceania* est encore plus simple que celui des *Lizzia* et manque de cristallin (O. et R. Hertwig).

Digitized by Google

vésiculaires et *ocellées*. Ces *ocelles* et ces *otocystes* présen-

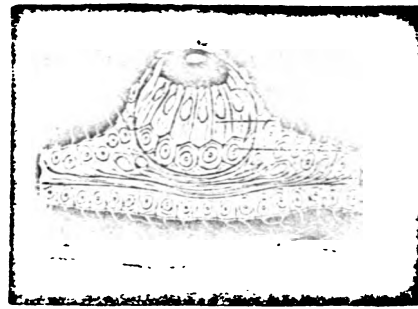


FIG. 28. — *Vésicule auditive de Phizlidium* *.

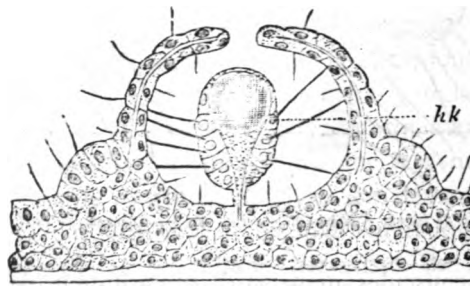


FIG. 29. — *Organe auditif de Rhopalonema* **.

tent un assez haut degré d'organisation comme on peut

* *d*¹, épithélium de la face supérieure du voile; *d*², épithélium de sa face inférieure; *r*, canal circulaire du bord du voile (se reporter à la figure 25, *c*); *nr*¹, anneau nerveux supérieur; *b*, cellules auditives; *bb*, soies auditives; *np*, coussinet nerveux formé par un renflement de l'anneau nerveux inférieur. Tout près de l'anneau nerveux on voit une cellule figurée en noir qui renferme un otolithe. Préparation traitée par l'acide osmique etendu (O. et R. Hertwig).

** L'organe auditif est constitué par un tentacule modifié, *bk*, pourvu de cellules auditives et de concrétions otolithiques; il est contenu dans une sorte de cupule qui, chez quelques espèces, peut se transformer en une vésicule close. Les prolongements des cellules auditives se continuent directement avec l'anneau nerveux supérieur (O. et R. Hertwig).

Digitized by Google

s'en assurer en jetant un coup d'œil sur les figures 26 27, 28 et 29. Les figures 26 et 27 représentent les types les plus simples, tels qu'on les rencontre chez les méduses craspédotes. Chez les acraspèdes l'œil est plus hautement différencié.

Les organes auditifs se présentent sous plusieurs types que je ne puis décrire ici mais dont les figures 28 et 29 pourront facilement donner une idée. Chez les polypes, les actinies, au contraire, on n'a pu jusqu'à présent constater d'une façon positive l'existence d'organes sensitifs particuliers, à l'exception des organes tactiles qui, chez tous ces êtres inférieurs, sont très multipliés et suppléent, par leur nombre et leur sensibilité, à l'absence de la vue et de l'ouïe. Cette sensibilité tactile est surtout très vive dans les organes urticants ou *nématocystes* (fig. 30) qui se rencontrent chez la plupart de ces animaux. L'existence d'organes olfactifs est encore douteuse, quoique des recherches récentes tendent à la rendre très vraisemblable.

Fig. 30 et 31. — *Nématocystes* *.

Le système nerveux des *cténophores*, comme la *beroé*, la *ceinture de Vénus*, n'est pas encore complètement connu. Il paraît constitué par un centre situé au pôle anal de l'animal, à la base de la vésicule otolithique, et

* Les *nématocystes* sont constitués par une capsule qui contient un liquide clair et un filament enroulé en spirale. Ce filament est creux, en forme de tube grêle, armé de piquants fins et se projette au dehors au moindre contact en se retournant en doigt de gant (J. Haime).

Digitized by Google

d'où partiraient huit troncs nerveux se rendant aux huit côtes qui supportent les rangées des palettes natatoires. Mais l'existence de cellules ganglionnaires véritables n'a pu encore être constatée dans ce centre d'une façon certaine. La vésicule otolithique dont la situation et le développement peuvent être étudiés sur la figure 32, paraît aussi être *un organe de direction*, déterminant le sens du mouvement plutôt qu'un organe auditif proprement dit. Il en est, du reste, peut-être de même des vésicules dites auditives des méduses.

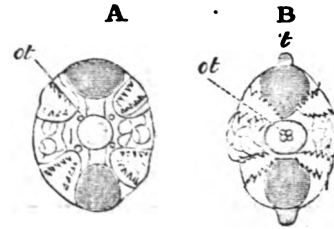


FIG. 32. — *Deux stades du développement d'une cydippide, le Pleurobrachia rhododactyla* *.

L'activité physiologique de ces animaux est en rapport avec l'état rudimentaire de leur système nerveux. C'est surtout chez les hydres et les actinies que cette activité est réduite au minimum. Tout le monde connaît les célèbres expériences de Trembley, répétées avec succès par Rœsel et Laurent, etc., sur les premiers de ces animaux. On peut diviser un polype d'eau douce en plusieurs fragments et chaque fragment constitue bientôt

* On voit sur cette figure, dans laquelle l'animal est vu du côté aboral, comment les otolithes, *ot*, situés d'abord en face des rangées de palettes natatoires, A, se portent ensuite au centre de la vésicule, B. Ces figures montrent bien le rapport de l'organe sensoriel avec les palettes natatoires. En *t*, tentacule. Il y en a deux aux deux côtés opposés de l'animal (Agassiz).

Digitized by Google

un individu complet. Trembley a pu ainsi couper un polype en cinquante morceaux et produire ainsi cinquante polypes nouveaux. Cette étonnante faculté de régénération, qui ne se retrouve à ce degré chez aucun animal, est en rapport avec la dissémination du système nerveux. Il ne s'en passe pas moins, chez ces êtres inférieurs, des actions nerveuses assez compliquées. Ainsi les polypes reconnaissent la proie qui nage dans leur voisinage et la saisissent avec leurs tentacules; en touchant un coquillage, ils reconnaissent si l'animal contenu dans son intérieur peut servir ou non à leur nourriture. Ils accrochent leur proie avec un seul bras ou avec plusieurs, suivant son volume ou la résistance qu'elle oppose. Il peut arriver que deux hydres saisissent la même proie, un ver, par exemple, chacune par un bout; il arrive alors un moment où l'ayant engloutie chacune de leur côté, elles se trouvent bec à bec; il y a alors un moment d'arrêt, comme une sorte d'hésitation ; puis l'une des deux se décide ; c'est ordinairement la plus grosse, d'autres fois la plus hardie, pourrait-on dire ; elle ouvre la bouche aussi large que possible et engouffre la proie avec l'autre hydre. Il est vrai que, comme ces animaux ne se digèrent pas entre eux, l'hydre engloutie ne tarde pas à reparaître, vidée de tout ce qu'elle avait avalé elle-même, mais intacte.

Chez les méduses, les expériences d'Eimer et de Romanes ont révélé des faits intéressants au point de vue de l'innervation et des mouvements. Eimer a vu que le bord de l'ombrelle se divise en huit zones contractiles indépendantes l'une de l'autre et qui, séparées de l'animal, peuvent encore exécuter des contractions

Digitized by Google

rythmiques ; c'est de ces zones, véritables centres locomoteurs, que partent les contractions qui se propagent ensuite à l'ombrelle tout entière pour permettre ces alternatives de renflement et d'aplatissement que présente l'ombrelle quand l'animal est en mouvement. Les centres des mouvements sont situés aux corpuscules marginaux ou autour de ces corpuscules. Après l'ablation complète du rebord de l'ombrelle et de ces corpuscules, tous les mouvements spontanés s'arrêtent; cependant. d'après Romanes, il serait encore possible de déterminer une contraction par l'excitation d'un point quelconque et même de produire, par une série d'excitations successives, de véritables mouvements d'ensemble et de progression.

Des phénomènes d'action réflexe se produisent d'une façon évidente chez les méduses. Quand, chez une *Aurelia* on excite le pédicule stomacal, on produit des contractions de l'ombrelle, contractions qui partent du bord maginal. Sur la *Sarsia*, l'excitation d'un tentacule amène des contractions des autres tentacules, du pédicule stomacal et de l'ombrelle ; quand on a sectionné le rebord de l'ombrelle, les contractions réflexes des tentacules ne se font plus. La chaleur, un éclairage subit agissent comme excitants sur les mouvements; un obscurcissement soudain, au contraire, arrête le mouvement commencé.

On voit donc que, quelque rudimentaire que soit le système nerveux des méduses, il offre cependant déjà une certaine complexité de fonctionnement correspondant à la concentration commençante du système nerveux et à la présence de centres distincts sensitifs et moteurs.

Digitized by Google

Les sensations y sont évidemment d'un ordre tout à fait inférieur; il ne faut pas s'attendre à trouver chez des êtres aussi passifs quelque chose qui ressemble aux sensations de la vue et de l'ouïe telles que nous les concevons habituellement. Ces vésicules auditives ne servent probablement qu'à transmettre aux filets nerveux qui en partent, les ébranlements produits par la vague qui les pousse dans une direction déterminée, ébranlements qui, en excitant ces nerfs, déterminent des contractions musculaires de la partie correspondante de l'ombrelle et permettent à l'animal de lutter dans une certaine mesure contre le courant qui l'entraîne. Les taches oculaires ne peuvent guère servir qu'à faire reconnaître à l'animal les différences de clarté sans qu'il puisse distinguer les formes. Comme la plupart des méduses se nourrissent de proies vivantes, petits mollusques, crustacés, vers, c'est évidemment la sensibilité tactile qui est la plus développée chez ces animaux ; le contact de la proie est immédiatement senti et détermine des mouvements dans les organes urticants qui la paralysent, et dans les tentacules qui la saisissent et la portent à la bouche.

Des actes instinctifs se montrent aussi chez ces animaux. Ainsi les méduses fixes s'attacheront de préférence sur certaines coquilles, sur certains crustacés plutôt que sur d'autres ; il est des méduses libres qui, à certaines époques de l'année, émigrent à quelques milles de distance.

Eimer a fait des recherches sur les mouvements des cténophores, et en particulier du *Beroe ovatus*. Quand on coupe l'animal en morceaux, les mouvements des

Digitized by Google

palettes natatoires persistent sur chaque fragment. Quand on divise l'animal en trois parties par deux sections *transversales*, chaque fragment réagit comme un animal entier ; les mouvements des palettes sont seulement plus vifs sur le fragment qui correspond au pôle anal, siège du ganglion nerveux. Ce ganglion ne pourrait donc être considéré comme un centre nerveux exclusif, et les autres cellules nerveuses peuvent en faire fonction dans les conditions expérimentales indiquées ci-dessus.

CHAPITRE III

TYPE RADIÉ

ÉCHINODERMES

2° *Type radié*. — Le *type radié* du système nerveux s'accentue chez les *échinodermes*, comme les étoiles de mer, les oursins, etc. On trouve chez ces animaux un *anneau nerveux* qui entoure le pharynx (fig. 33). De cet anneau partent autant de troncs nerveux qu'il y a de rayons, ordinairement cinq ; ce sont les *troncs ambulacraires*. Ces troncs présentent vers leur milieu un gonflement dans lequel on constate la présence de cellules nerveuses. Ces ganglions ont été considérés par J. Müller comme les véritables centres nerveux de l'animal, comme des *cerveaux ambulacraires*, suivant son expression, et il croyait que l'anneau pharyngien était

Digitized by Google

dépourvu de cellules nerveuses et ne constituait qu'une simple commissure entre les troncs ambulacraires ; mais des recherches récentes ont démontré que cet anneau contenait aussi des cellules nerveuses et pouvait donc être considéré comme un véritable centre.

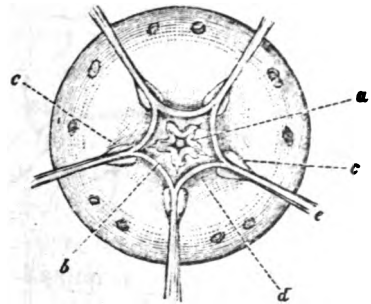


FIG. 33. — *Système nerveux de l'oursin (Echinus lividus)* *.

Une disposition analogue s'observe chez les holothuries (fig. 34).

Les organes des sens, à l'exception des organes tactiles, sont peu développés chez les échinodermes. On trouve chez les astéries, à l'extrémité des ambulacres, des *taches oculaires* formées par du pigment rouge et des corpuscules réfringents; mais elles sont douteuses dans les autres ordres. Dans l'*Elpidia glacialis*, genre d'holothurie, on a constaté la présence de vésicules contenant des concrétions otolithiques et auxquelles on peut attribuer le rôle d'organes auditifs. On a décrit aussi

* *a*, œsophage coupé en travers ; *b*, fond de la cavité buccale ; *cc*, bandelettes qui lient ensemble les extrémités des pyramides de l'appareil locomoteur ; *d*, commissures nerveuses formant autour de l'œsophage un anneau pentagonal ; *ee*, troncs nerveux rayonnants *(cerveaux ambulacraires)* (Krohn).

Digitized by Google

chez les oursins des corpuscules sphériques, *sphéridies*, qui paraissent être aussi des organes sensitifs (goût? odorat?).

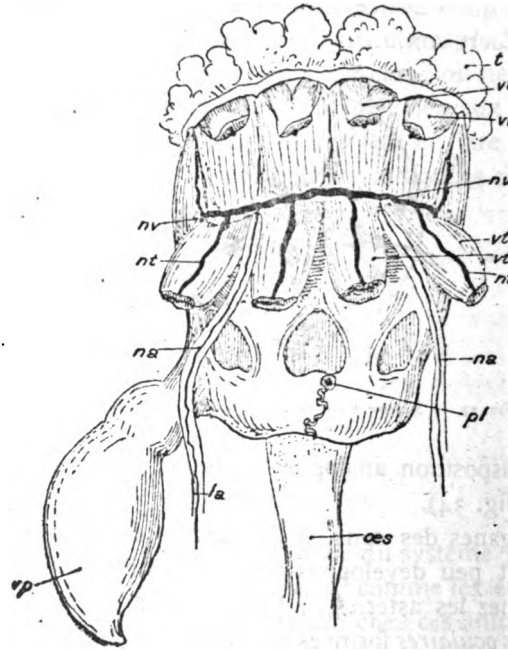


FIG. 34. — *Système nerveux de l'holothurie* *.

Il a été fait, dans ces derniers temps, un certain nombre de recherches sur les mouvements de ces animaux, spécialement par Romanes et Ewart. Leurs mou-

* L'anneau nerveux, *nv*, a été mis à découvert en incisant les canaux tentaculaires, *vt*, et les rabattant sur le bulbe; *nt*, nerfs tentaculaires; *na*, nerfs ambulacraires; *t*, tentacules; *pl*, plaque madréporique; *la*, bande musculaire ambulacraire; *œs*, œsophage; *vp*, vésicule de Poli (Girod, *Manipulations de zoologie*).

Digitized by Google

vements sont, en général, assez lents ; cependant, chez quelques espèces, ils sont très rapides et rappellent ceux des vers. Leur mode de progression varie, du reste, d'un genre à l'autre. Un bon procédé pour observer leurs mouvements est de les placer sur le dos et de voir la façon dont ils s'y prennent pour se retourner et reprendre leur position normale. Quand on excite un point du corps de l'animal, il s'enfuit dans une direction opposée et ses tentacules et ses pédicelles exécutent une série de mouvements coordonnés pour écarter le corps étranger. Ils sont sensibles à la lumière, et cette sensibilité disparaît quand on a enlevé les taches oculaires. Si on sépare un des bras, ce bras isolé se comporte comme l'animal entier ; il se meut comme lui, est comme lui sensible à la lumière et se retourne aussi quand on le met sur le dos. Si on pratique une série de sections de l'anneau nerveux dans l'intervalle des ambulacres, chaque ambulacre conserve ses mouvements propres, mais il n'y a plus de coordination entre les mouvements des ambulacres. L'anneau œsophagien joue donc le rôle de centre coordinateur des mouvements de l'animal, les ganglions ambulacraires jouant le rôle de centres des mouvements spéciaux de chaque ambulacre. On peut se demander si dans cet anneau pharyngien toutes les parties ont la même valeur, et si l'une d'entre elles ne fonctionnerait pas plus spécialement comme centre supérieur. Cette question a d'autant plus d'intérêt que le type radié n'est qu'acquis et non originaire chez les échinodermes. Les sections des diverses parties de l'anneau ne fournissent sur ce point aucun résultat. Mais si on examine le mode de pro-

Digitized by Google

gression d'un de ces animaux, d'une étoile de mer, par

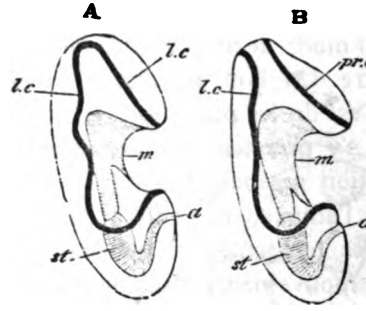


FIG. 35. — *Larves d'échinodermes* *.

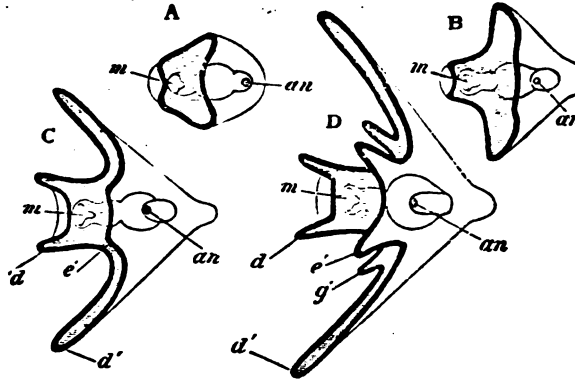


FIG. 36. — *Evolution du Pluteus ou larve d'une ophiure* **.

exemple, on constate facilement qu'elle progresse indifféremment dans un sens ou dans l'autre et que c'est

* Vue latérale; figures schématiques; A, larve d'holothuride; B, larve d'astéride; *m*, bouche; *st*, estomac; *a*, anus; *lc*, bande ciliée longitudinale primitive, reste des cils qui recouvrent uniformément à l'origine la surface de l'embryon; *prc*, bande ciliée préorale (Balfour, *Traité d'embryologie et d'organogénie comparées)*.

** Le squelette calcaire n'est pas représenté; *m*, bouche; *an*, anus; *d*, bras antérieurs; *d'*, bras latéraux; *e'*, bras postérieurs; *g'*, bras antéro-latéraux. En C, la forme bilatérale passe à la forme radiée (J. Müller).

Digitized by Google

tantôt un ambulacre, tantôt l'autre qui se dirige en avant.

Dans les échinodermes, le type radié présente déjà une tendance vers le type bilatéral ; la plupart des larves de ces animaux offrent du reste la symétrie bilatérale comme on peut le voir sur les figures 35 et 36, et le type radié ne se produit que dans le cours du développement. Une espèce d'holothurie, l'*Elpidia glacialis*, conserve, même à l'état adulte, le type bilatéral.

CHAPITRE IV

TYPE BILATÉRAL VENTRAL

VERS

3° *Type bilatéral ventral.* — Dans les animaux que nous allons étudier maintenant, le type radié disparaît pour faire place au *type bilatéral ventral.*

Dans ce type, le système nerveux se compose de deux moitiés qui, à l'état parfait, se réunissent sur la ligne médiane et forment ainsi un cordon nerveux, *chaîne ganglionnaire*, situé *au côté ventral* de l'animal, à l'exception du cerveau qui reste toujours au côté dorsal.

Cette situation ventrale de la chaîne ganglionnaire se voit bien sur la figure 37 qui représente la coupe transversale d'un crustacé, et sur la figure 38 qui représente une coupe transversale du tronc d'un embryon de *Peripa-*

Digitized by Google

tus, arthropode de la classe des *trachéates*. On voit que dans ces deux figures, le cordon nerveux ganglionnaire (*n*, fig. 37; *vn*, fig. 38) se trouve *au-dessous* de la cavité intestinale (*i*, fig. 37; *me*, fig. 38). Si on compare ces deux figures à des figures représentant

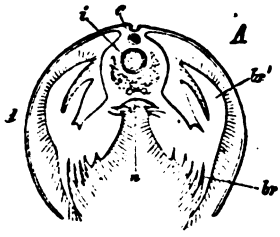


FIG. 37. — *Coupe transversale d'un crustacé* *.

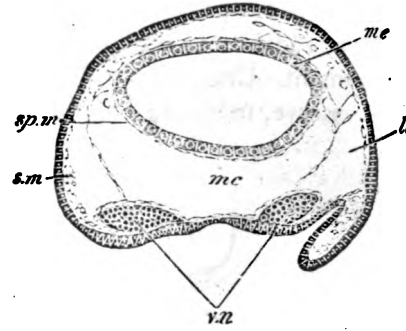


FIG. 38. — *Coupe transversale du tronc d'un embryon de Peripatus* **.

des coupes de vertébrés (fig. 39 et 40), on voit combien la situation de l'axe nerveux est différente. Dans la figure 39 qui représente la section transversale du prototype vertébré idéal, l'axe nerveux *n*, ou le tube de la moelle épinière, est situé *au-dessus* de l'intestin *a*, et de la corde dorsale, *x*, ébauche de la colonne vertébrale. Ce type se trouve presque complètement réalisé dans les vertébrés inférieurs comme le montre la figure 40 qui représente une coupe du tronc d'un poisson élasmo-

* Coupe transversale passant par le segment qui porte la première paire de pattes; *i*, intestin; *c*, cœur; *n*, *chaîne nerveuse ganglionnaire*; *d*, duplication des téguments formant la carapace; *br*, patte natatoire avec un appendice branchial, *br'* (Grube).

** *me*, cavité intestinale; *spm*, mésoderme splanchnique; *sm*, mésoderme somatique; *mc*, chambre médiane de la cavité générale du corps; *lc*, chambre latérale; *vn*, *cordon nerveux ventral*.

Digitized by Google

branche. Au contraire si on prend la région céphalique des animaux à type bilatéral ventral et qu'on la compare

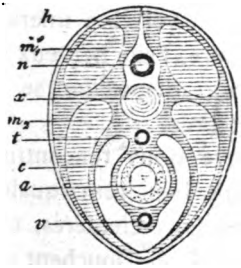


FIG. 39. — *Section transversale de prototype vertébré idéal* *.

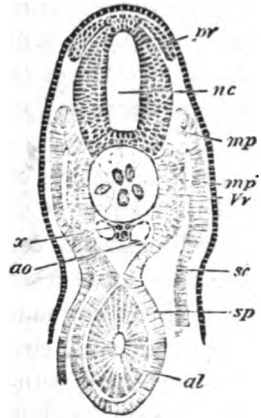


FIG. 40. — *Coupe transversale du tronc d'un embryon de poisson (Pristiurus)* **.

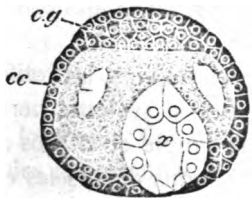


FIG. 41. — *Coupe transversale de la tête d'un embryon très jeune de lombric (Lumbricus trapezoïdes)* ***.

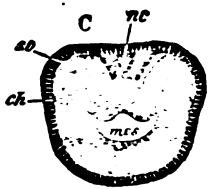


FIG. 42. — *Coupe transversale de la partie céphalique d'un embryon d'Amphioxus* ***.

* *n*, axe nerveux (moelle épinière): *a*, intestin; *x*, corde dorsale (ébauche de la colonne vertébrale); *c*, cavité du corps; *t*, vaisseau sus-intestinal: *v*, vaisseau sous-intestinal; m^1, muscles dorsaux; m^2, muscles abdominaux: *b*, épiderme (Hæckel),

** *nc*, arc nerveux (canal neural); *pr*, racine postérieure d'un nerf spinal; *vv*, corde dorsale avec la tige située au-dessous d'elle; *al*, intestin; *ao*, vaisseau aortique (double); *sc*, mésoderme somatique; *sp*, mésoderme splanchnique; *mp*, mp^1, muscles à divers degrés de développement (Balfour).

*** *cg*, ganglion céphalique; *x*, œsophage; *cc*, portion céphalique de la cavité générale (Kleinenberg).

**** *mes*, tube digestif; *ch*. corde dorsale; *nc*, axe nerveux avec sa cavité centrale; *so*, mésoderme, *sommités mésodermiques*, représentant la colonne vertébrale (Kovalesky).

Digitized by Google

à la région céphalique des vertébrés, on constate, comme on le voit sur les figures 41 et 42, que l'axe nerveux a la même situation dans les deux cas, au-dessus du tube digestif, et que la seule différence consiste en ce que chez les invertébrés (embryon de lombric, fig. 41) la partie antérieure de l'axe nerveux ou le ganglion céphalique *cq*, est plein, tandis que dans l'embryon d'amphioxus (fig. 42) pris comme type de vertébré inférieur ou mieux comme type intermédiaire, l'axe nerveux est creusé d'une cavité centrale et cette disposition se retrouve dans toute la série des vertébrés.

Le premier embranchement que nous rencontrons est celui des *vers*, embranchement bien remarquable, car il rappelle par certaines formes les cœlentérés, tandis que, comme nous le verrons, les vers touchent aux vertébrés par certains points de leur organisation et de leur développement principalement en ce qui concerne le système nerveux.

C'est dans les classes inférieures des vers, les rotifères, les vers plats, les trématodes, que le système nerveux se trouve sous sa forme la plus simple et la plus rudimentaire. Chez les *rotifères*, si connus depuis les expériences de Spallanzani sur leur résistance à la dessiccation, on trouve au-dessus du pharynx un ganglion cérébral (fig. 43), simple ou bilobé, d'où partent des nerfs pour les organes sensitifs et les muscles. Les organes sensitifs consistent en *points oculaires* formés par des amas de pigment auxquels s'ajoutent quelquefois des corps réfringents, ébauches de cristallin, et en organes *tactiles*.

Malgré l'état rudimentaire de leur système nerveux, les rotifères présentent des phénomènes d'instinct et

Digitized by Google

une activité psychique qui ont été mis en lumière par les belles observations d'Ehrenberg.

Dans les *cestodes* ou vers rubanés, comme le ténia, on trouve dans la tête *(scolex)* des ganglions cérébraux d'où partent deux nerfs longitudinaux qui parcourent les anneaux du corps de l'animal *(strobile)* dans toute

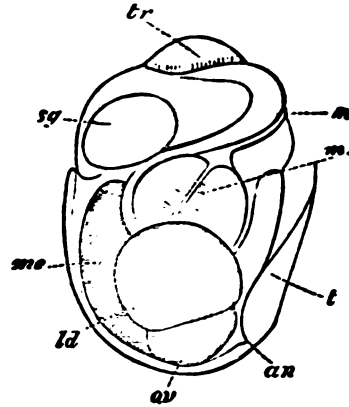


FIG. 43. — *Embryon de rotifère (Brachionus urceolaris)* .

leur longueur. Ces nerfs contiennent sur leur trajet des cellules ganglionnaires mais ne sont pas réunis l'un à l'autre par des anastomoses transversales. Dans les ténias, les quatre ganglions cérébraux sont situés en croix, deux médians, deux latéraux et réunis par des commissures ; les nerfs longitudinaux partent des ganglions médians. Les organes sensitifs paraissent faire tout à fait défaut ; cependant la peau présente un certain

* *m*, bouche ; *ms*; appareil masticateur ; *me*, mésentère ; *an*, anus ; *ld*, glande latérale (s'ouvrant dans l'estomac) ; *ov*, ovaire ; *t*, queue ; *tr*, disque rotateur ; *sg*, ganglion sus-œsophagien. Ce ganglion, très volumineux, se forme de très bonne heure aux dépens de l'ectoderme. L'embryon est représenté peu après l'éclosion (Salensky).

Digitized by Google

degré de sensibilité tactile, surtout au niveau de la tête et des ventouses.

Une disposition analogue s'observe chez beaucoup de *trématodes*, classe de vers parasites à laquelle appartient un ver qu'on trouve dans le foie, le distome hépatique. Seulement il peut arriver, comme dans le distome isostome, que les nerfs longitudinaux soient réunis par des anastomoses transversales. Pas plus que les vers rubanés, les trématodes ne possèdent d'organes des sens, mais des taches oculaires existent quelquefois dans l'état embryonnaire pour disparaître lorsque l'animal arrive à l'état parfait.

Le système nerveux des *turbellariés*, ordre de vers plats qui vivent en liberté, est construit sur le même plan que celui des ordres précédents. Le cerveau est représenté par deux ganglions céphaliques bien développés que réunit une commissure transversale. Ces ganglions fournissent des filets nombreux dans diverses directions et deux troncs longitudinaux qui marchent en arrière et dans certaines espèces présentent même des renflements ganglionnaires. Quelquefois aussi la commissure qui unit les ganglions céphaliques est double et constitue un véritable anneau. Les deux ganglions cérébraux peuvent être aussi très rapprochés comme chez les *planaires* et représentent alors un cerveau bilobé (fig. 44) remarquable par son développement. Les turbellariés possèdent des organes sensitifs et à ce point de vue occupent un degré supérieur aux animaux précédents. Ils ont des *taches oculaires*, formées par des amas pigmentaires et des corpuscules réfringents et accolées aux ganglions cérébraux ou ratta-

Digitized by Google

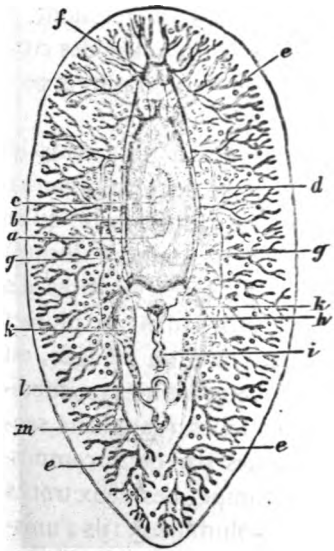


FIG. 44. — *Anatomie du planaire (Polycelis levigatus)* *.

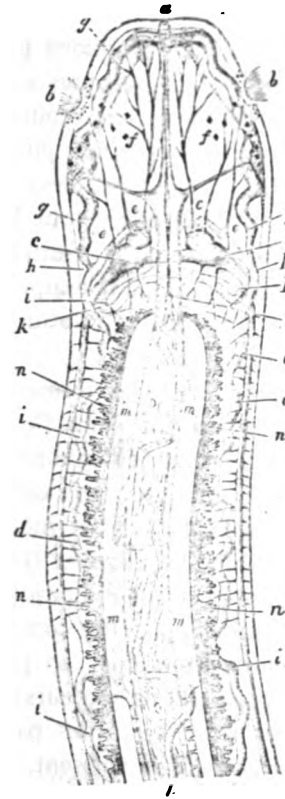


FIG. 45. — *Partie antérieure du corps de la borlasie camille* **.

* *a*, bouche; *b*, trompe; *c*, orifice du cardia; *d*, estomac; *e*, ramification gastro-vasculaire; *f*, *cerveau et nerfs*; *g*, testicules; *h*, vésicule séminale confondue avec la verge; *i*, canal de la verge. *k*, oviductes; *l*, poche copulatrice; *m*, orifice des organes générateurs femelles; des œufs sont répartis dans toutes les lacunes du corps (E. Blanchard, *Ann. des sc. nat.*).

** *a*, orifice buccal; *b*, fossettes céphaliques ciliées; *c.c*, *lobes du cerveau réunis par une bandelette sous-œsophagienne*; *d*, *troncs nerveux longitudinaux*; *e,e nerfs céphaliques*; *f,f*, organes oculaires; *g.g,g*, anse vasculaire céphalique; *l,l*, vaisseau médio-dorsal, se bifurquant pour donner les branches *k,k*, qui entourent le cerveau et viennent se réunir en *b.b*, aux vaisseaux latéraux; *m,m,m,m*, diaphragme horizontal formant le canal propre de la première portion de la trompe; *o,o,n,n*, ovaires ou testicules.

Digitized by Google

chées à ces ganglions par un nerf optique plus ou moins long. Quelques espèces ont des *vésicules auditives* contenant des otolithes. Le tégument externe avec ses appendices (soies, poils, etc.) est le siège d'une sensibilité tactile assez développée. L'activité psychique de ces petits êtres est tout à fait rudimentaire, cependant la façon dont ils s'emparent de leur proie, dont le *Mesastomum*, par exemple, saisit et immobilise des crustacés plus grands que lui, ne manque pas d'intérêt pour le naturaliste.

Les *nemertines* forment un groupe à part dans les turbellariés par leur taille et leur haut degré d'organisation. Il en est qui, comme la borlasie d'Angleterre, qu'on trouve aussi sur nos côtes, peuvent atteindre jusqu'à 15 pieds de long et même plus, d'après les dires des pêcheurs. Le cerveau (fig. 45), qui a dans la plupart des espèces une coloration rouge, jaune ou orangée, est très développé ; il se compose de deux moitiés *cc*, subdivisées elles-mêmes en plusieurs lobes (ganglions sensitifs, ganglions moteurs) et réunies par deux commissures entre lesquelles passe la trompe. Les deux troncs nerveux qui en naissent, *d*, sont volumineux ; ils s'unissent parfois sur la ligne médiane et peuvent présenter des renflements ganglionnaires aux points d'émergence des nerfs. Les organes sensitifs sont constitués par des taches oculaires pigmentaires, plus rarement par des vésicules auditives et par deux fossettes ciliées céphaliques dont la fonction est inconnue (odorat ?). On doit rattacher aux nemertines le genre *Malacobdella* rangé autrefois parmi les hirudinées; c'est un petit ver qui vit sur certains mollusques et dont le système nerveux

Digitized by Google

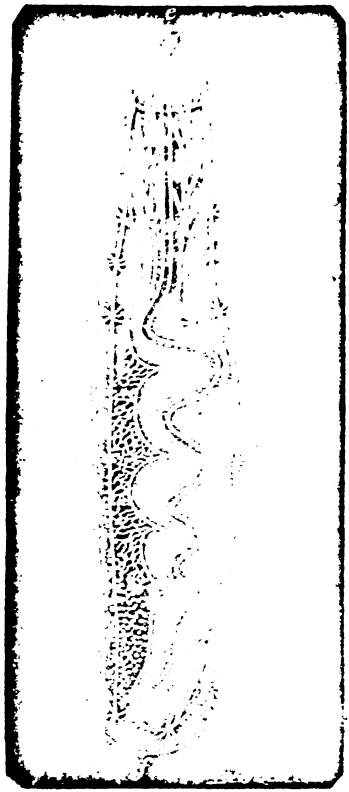


FIG. 46. — *Système nerveux de la Malacobdella Valenciennæi* *.

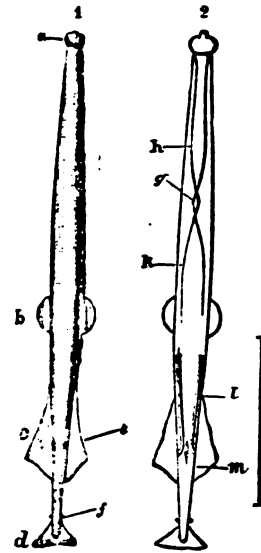


FIG. 47. — *Sagitta bipunctata* **.

* *a*, ganglions cérébraux; *b*, cordons latéraux constituant la chaîne ganglionnaire; *f*, commissure postérieure réunissant les deux derniers ganglions de la chaîne. C'est à cet endroit que se trouve l'ouverture anale; *c*, canal intestinal; *d*, vaisseau dorsal; *e*, orifice buccal (E. Blanchard, *Ann. des sc. nat.*).

* 1, *a*, tête; *b*, première paire de nageoires latérales; *c*, deuxième paire de nageoires latérales; *d*, nageoire caudale; *e*, embouchure du conduit excréteur des ovaires; *f*, saillie des cavités séminales. — 2, animal vu par transparence et par la face ventrale; *g*, ganglion ventral du système nerveux; *h*, branches postérieures du ganglion; *b*, ses branches antérieures; elles aboutissent en avant à un ganglion céphalique aplati, hexagonal, non représenté sur la figure; *l*, ovaire vu par transparence; *m*, anus (Krohn).

Digitized by Google

(fig. 46) présente un grand intérêt au point de vue de l'évolution du système nerveux. Il est constitué par deux ganglions cérébaux *a*, réunis par deux commissures, l'une ventrale, l'autre dorsale. Ces ganglions donnent naissance à deux cordons latéraux *b* qui présentent sur leur trajet sept ganglions d'où émergent les nerfs et un ganglion terminal uni au ganglion correspondant par une anastomose transversale *f*, véritable commissure postérieure ; mais il n'y a pas d'anastomose transversale entre les ganglions intermédiaires.

Le système nerveux des *vers ronds* ou *némathelminthes* n'est guère plus développé que celui des turbellariés inférieurs. Ainsi chez les *nématodes*, comme les *oxyures*, les *ascarides*, on trouve autour de l'œsophage un anneau nerveux comprenant plusieurs amas cellulaires auxquels on peut à peine donner le nom de ganglions. Outre les nerfs des papilles buccales et de la tête, il s'en détache en arrière deux cordons nerveux, l'un dorsal, l'autre ventral qui vont jusqu'à l'extrémité caudale et se terminent à un petit *ganglion caudal* situé immédiatement en arrière de l'anus. Des *taches oculaires* n'existent que chez les espèces non parasites.

Je ne fais que mentionner des types aberrants, tels que les *Sagitta* (fig. 47), les géphyriens, dont la place même dans la classification zoologique n'est pas encore bien établie et je passe aux *annélides* proprements dits qui représentent le groupe supérieur de l'embranchement des vers. C'est chez eux que le système nerveux atteint son maximum de développement. Au cerveau ordinairement assez volumineux vient s'ajouter une chaîne nerveuse composée de deux moitiés et présen-

Digitized by Google

tant des renflements ganglionnaires, enfin ils possèdent un système nerveux viscéral correspondant au grand sympathique des vertébrés.

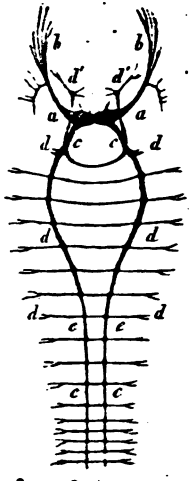


Fig. 48. — *Système nerveux de la Serpula funicularis* *.

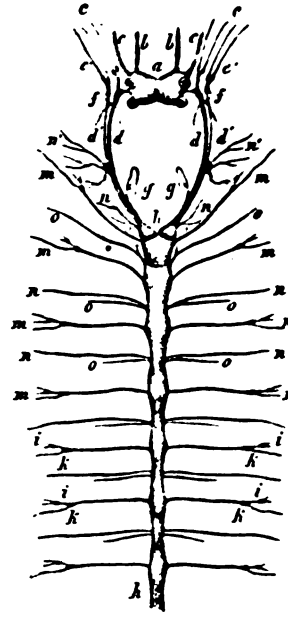


Fig. 49. — *Système nerveux de la Nereis regia* **.

La forme typique du système nerveux peut être re-

* *a*, cerveau ; *bb*, nerfs branchiaux ; *cc*, connectifs ; *d'd'*, nerfs du voile palléal ; *dd*, ganglions thoraciques de la chaine abdominale ; *ee*, ganglions abdominaux de la même chaîne (De Quatrefages).

** *a*. cerveau portant les quatre yeux ; *bb*, nerfs des petites antennes ; *cc*, nerfs des grosses antennes ; *dd*, connectif proprement dit ; *d'd'*, connectif accessoire ; *ee*, nerfs des cirres tentaculaires internes ; *e'e'*, nerfs des cirres tentaculaires externes ; *ff*, origine des nerfs labiaux inférieurs ; *gg*, origine du système nerveux viscéral ; *bb*, chaine ganglionnaire abdominale ; *mm*, troncs nerveux pédieux ; *nn*, troncs nerveux des cloisons et des muscles ; *oo*, troncs nerveux qui passent d'un anneau dans l'autre à travers la cloison ; *kk*, ganglion d'où part la branche cutanée du tronc pédieux ; *ii*, ganglion pédieux (De Quatrefages, *Ann. des sc. nat.*).

Digitized by Google

présentée chez eux par une échelle dont les montants figurent les deux moitiés de la chaîne ganglionnaire et les échelons, les commissures transversales. Ces deux moitiés peuvent se rapprocher et on a tous les degrés entre la fusion et la séparation complète; chez les *serpules* par exemple, les deux moitiés se rapprochent l'une de l'autre dans leur partie postérieure (fig. 48), tandis que chez les hermelles, c'est au contraire à la partie antérieure de la moelle ventrale que se trouvent les commissures transversales les plus courtes; dans les sabelles les comnissures qui unissent les ganglions deviennent plus courtes; la soudure des deux moitiés commence à se montrer chez les térébelles, mais elle est encore incomplète et ne porte que sur les ganglions antérieurs de la chaîne, tandis que les postérieurs ne sont pas encore soudés et donnent à la chaîne ventrale un aspect bifurqué; enfin les néréides (fig. 49), chez lesquelles la fusion est à peu près complète achèvent la transition pour arriver aux hirudinées et aux lombrics.

Chez les hirudinées que nous pouvons prendre comme un des types principaux des annélides, le système nerveux prend la forme représentée dans les figures 50 et 51, comme on le voit dans la clepsine et dans la sangsue médicinale, par exemple. Le cerveau (fig. 52) est bilobé et situé au-dessus de l'œsophage; c'est lui qui fournit les filets sensitifs aux organes tactiles des lèvres et aux points oculaires au nombre de dix disposés en demi-cercle sur la face dorsale de l'anneau antérieur. De ce cerveau partent en arrière et en bas deux cordons, qui longent les côtés de l'œsophage et aboutissent au ganglion sous-œsophagien dont les deux moitiés sont

Digitized by Google

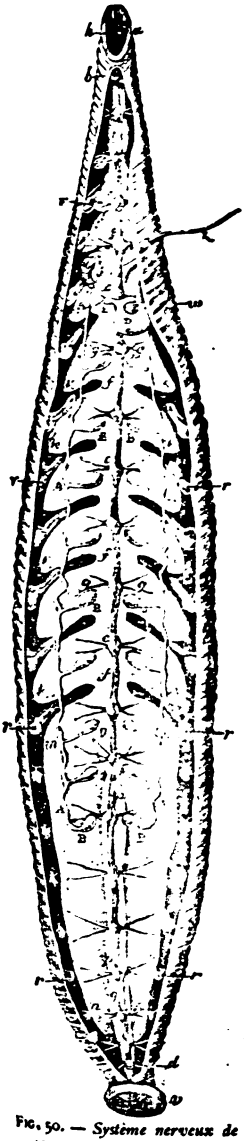


Fig. 50. — *Système nerveux de la sangsue médicinale**

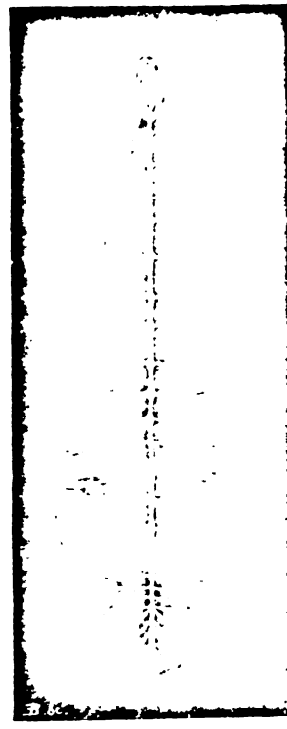


Fig. 51. — *Système nerveux de clepsine* (Blanchard).

* Animal vu par sa face ventrale et ouvert ; *a* et *b*, ventouse buccale ; *b*, premier renflement ganglionnaire de la chaîne nerveuse ; *ee*, suite des ganglions de la même chaîne ; *d*, le dernier ganglion ou ganglion anal : *ff*, connectifs unissant les ganglions de la chaîne ; *gg*, nerfs partant des ganglions ; *i*, œsophage ; *kk*, dilatations en cæcum de l'estomac ; *m*, le dernier de ces compartiments ; *pp*, intestin visible ainsi que l'estomac au-dessus de la chaîne nerveuse ; *q*, rectum ; *rr*, poches de la mucosité ; *s*, bourse de la verge ; *x*, fourreau de la verge ; *z*, verge ; *t*, épididyme droit ; AA, cordons spermatiques droit et gauche ; BB, testicules ; D, matrice ; E E, ovaires ; W, vulve (Moquin-Tandon, *Monogr. de la fam. des Hirudinées*).

Digitized by Google

soudées en une masse impaire cordiforme. Au ganglion sous-œsophagien fait suite une chaîne ganglionnaire ventrale composée de vingt-trois ganglions ; mais un examen plus attentif fait reconnaître bien vite que cette chaîne qui paraît au premier abord unique se compose en réalité de deux moitiés soudées sur la ligne médiane. Le cerveau est plus spécialement sensitif ; le ganglion sous-œsophagien est surtout moteur comme le montre la distribution de ses nerfs aux muscles des mâchoires et de la ventouse buccale : quant aux ganglions de la chaîne ventrale, ils ont un caractère mixte. Les faisceaux longitudinaux ou *connectifs* qui relient entre eux les ganglions successifs de la chaîne nerveuse sont composés de deux moitiés et forment par conséquent tout le long de cette chaîne deux bandes longitudinales (*cv*, fig. 52) ; mais entre les deux se trouve sur la ligne médiane un filament plus petit, *nerf intermédiaire de Faivre*. Chaque ganglion donne naissance de chaque côté à deux nerfs latéraux, l'un antérieur, l'autre postérieur ; sur le trajet du nerf latéral antérieur se trouve un petit ganglion qui rappelle le ganglion des racines sensitives des vertébrés ; mais on n'a pu encore déterminer son rôle physiologique. La chaîne nerveuse du lombric offre la même disposition générale (fig. 53).

Le nombre de ganglions dont se compose la chaîne ventrale dépend du nombre de segments ou *métamères* qui constituent le corps de l'animal. Mais ce nombre peut varier par la soudure de plusieurs ganglions successifs. C'est ce qu'on remarque par exemple pour le premier ganglion antérieur (ganglion sous-œsophagien de la sangsue) et pour le dernier ganglion qui résulte

Digitized by Google

de la soudure de sept ganglions primitifs (fig. 54). Dans ces cas, les ganglions composés résultant de la fusion de plusieurs ganglions sont plus volumineux que les ganglions simples. Il y a donc tendance à la fusion non seulement dans le sens transversal mais encore dans le sens longitudinal.

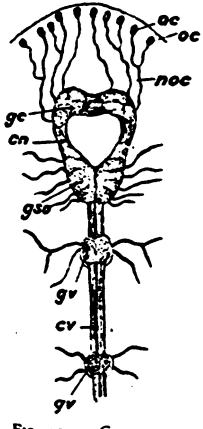


Fig. 52. — *Cerveau de la sangsue* *

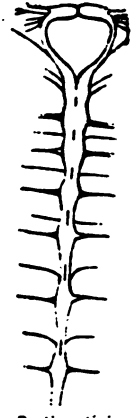


Fig. 53. — *Partie antérieure de la chaîne nerveuse du lombric* (Perrier).

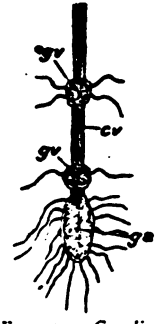


Fig. 54. — *Ganglion anal de la sangsue* **

Le système nerveux viscéral se perfectionne aussi en montant dans l'embranchement des vers. Réduit chez les groupes inférieurs à des filets nerveux allant des cordons latéraux ou ventraux au canal alimentaire, il acquiert chez les annélides une véritable indépendance confirmée par la présence de ganglions propres ; bientôt même on

* *gc*, ganglions cérébraux ; *noc*, nerfs allant aux yeux *oc* ; *gso*, ganglion sous-œsophagien ; *cn*, connectifs réunissant ce ganglion aux ganglions cérébraux ; *gv*, ganglions de la chaîne ventrale avec leurs connectifs, *cv*. (Girod, *Manipulations de zoologie*).

** *ga*, ganglion anal ; *gv*, ganglions postérieurs de la chaîne ventrale ; *cv*, connectifs (Girod, *Manipulations de zoologie*).

Digitized by Google

le voit se diviser en deux parties, une antérieure qui se distribue à l'extrémité antérieure du canal digestif dont les mouvements sont volontaires et une postérieure qui va au reste de l'intestin dont les mouvements ne sont plus soumis à la volonté, disposition qui rappelle les nerfs pneumogastrique et sympathique des vertébrés.

Les organes des sens sont assez développés chez les annélides, spécialement les yeux et les organes tactiles. Dans les espèces inférieures, les *yeux* ne sont que de simples amas pigmentaires situés directement sur le cerveau et pourvus ou non d'un corpuscule réfringent; puis, en s'élevant dans l'échelle, on les voit, comme dans les serpules, constitués par un bâtonnet simple recouvert d'une gaine pigmentaire et surmonté d'un cône réfringent (fig. 55), puis par plusieurs cônes pour former des yeux composés, acquérir chez la sangsue une complexité plus grande encore (fig. 56) et présenter enfin chez l'*alciope* une organisation comparable à celle de l'œil des vertébrés (fig. 57).

Les yeux peuvent, chez les vers, se trouver sur tous les points du corps; ainsi on en rencontre à l'extrémité caudale *(fabricia)*, sur les côtés du corps *(polyophthalme)* (fig. 58), sur les filaments branchiaux *(sabelles)*.

Les taches oculaires céphaliques sont généralement plus nombreuses chez l'embryon que chez l'adulte (fig. 59) et dans les larves d'annélides sédentaires, elles existent d'ordinaire, tandis qu'elles font défaut chez les formes adultes (fig. 60).

Les *vésicules auditives* sont beaucoup moins répandues chez les vers que les organes visuels. Ils consistent en une vésicule contenant un otolithe (fig. 61)

Digitized by Google

ou d'autrefois quelques fines concrétions. Ces vésicules auditives existent en général sur le segment céphalique,

Fig. 55. — *Œil rudimentaire de ver* *

Fig. 56. — *Œil de la sangsue médicinale* **

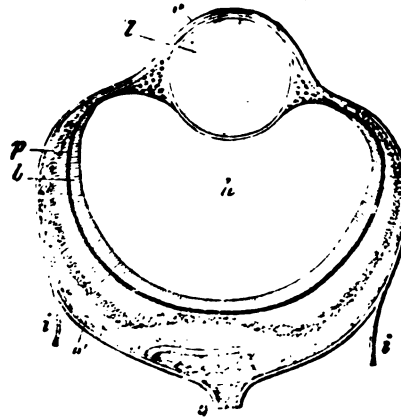


Fig. 57. — *Œil d'alciope* ***

mais elles peuvent aussi se montrer sur les segments suivants. Il faut remarquer que dans bien des cas elles existent chez des genres dépourvus de taches oculaires,

* *a*, cône ; *b*, bâtonnet recouvert de sa gaine pigmentaire.

** *a*, lentille ; *b*, tissu transparent ; *c*, pigment (Girod, *Manipulations de zoologie*).

*** *i*, cuticule ; *e*, continuation de la cuticule en avant de l'œil ; *l*, cristallin ; *b*, corps vitré ; *o*, nerf optique ; *o'* épanouissement de ce nerf ; *b*, couche de bâtonnets ; *p*, couche pigmentée (Greef).

Digitized by Google

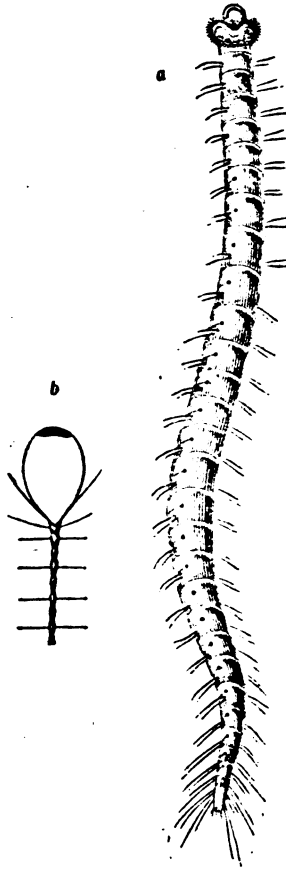


Fig. 58. — *Polyophthalme* *

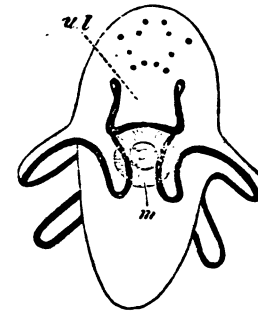


Fig. 59. — *Larve de turbellarié* **.

Fig. 60. — *Larve de nérine avec ses taches oculaires et ses soies provisoires (Agassiz)*

Fig. 61. — *Organe auditif d'amphicorine* ***

* *a*, animal dans son ensemble et grossi ; *b*, son système nerveux (de Quatrefages, *Annales des sciences naturelles*).

** Vu par la face ventrale ; *m*, bouche ; *ul*, lèvre supérieure. — Les lignes noires représentent les bandes garnies de cils du corps de l'animal (Müller).

*** *a*; tissu au milieu duquel est placée la vésicule auditive, *b*, avec un otolithe, *c* (de Quatrefages, *Annales des sciences naturelles*).

Digitized by Google

de sorte qu'il semble exister une sorte de suppléance entre les deux organes, fait que nous avons déjà constaté chez les cœlentérés.

La *sensibilité olfactive* ne peut être niée chez les vers; mais il est bien difficile de la localiser dans des organes déterminés. On peut cependant regarder comme des appareils d'olfaction les fossettes cupuliformes décrites par Leydig chez les hirudinées, et les organes analogues qu'on rencontre dans quelques autres genres.

La *sensibilité tactile* très vive chez les vers, a pour siège, soit la surface même du tégument, soit des organes particuliers, tentacules, antennes, cirres, trompes, lèvres, etc., dans lesquels elle se localise spécialement et qui reçoivent alors des filets nerveux distincts, venant soit du cerveau, soit des ganglions de la chaîne ventrale.

Ce n'est guère que chez les vers que l'on peut parler d'un cerveau. Chez les animaux à système nerveux radié, il n'y a en réalité pas de cerveau ; il est pour ainsi dire disséminé et représenté par les cellules nerveuses éparses dans l'anneau d'où partent les nerfs ambulacraires. Dans les vers, au contraire, chez lesquels une extrémité céphalique se dessine et s'accuse nettement, le cerveau apparaît et le centre constitué par les ganglions antérieurs du corps mérite réellement ce nom.

Mais que faut-il entendre par cerveau ? C'est ce que va nous apprendre un rapide coup d'œil jeté sur l'embranchement qui nous occupe, en allant des formes les plus simples aux formes les plus compliquées. Dans les formes simples, comme la *Malacobdella*, par exemple, il n'y a pour ainsi dire pas de différence entre les ganglions antérieurs et les ganglions qui suivent. Les deux

Digitized by Google

ganglions antérieurs sont réunis par une commissure transversale assez longue et sont à peine plus volumineux que les autres. Le cerveau se présente donc là sous sa forme rudimentaire, ce qui s'accorde du reste avec la vie parasitaire de ces petits êtres qui vivent sur les branchies des mollusques lamellibranches. Peu à peu on voit ces deux ganglions se rapprocher et s'unir par une commissure de plus en plus courte et de plus en plus épaisse, située à la face dorsale de l'œsophage. Cette commissure, d'abord simple, devient double, de façon que l'une passe au-dessus, l'autre au-dessous de l'œsophage; et que l'ensemble constitue un véritable anneau œsophagien, tel qu'on le retrouve chez la plupart des annélides. Dans ce cas, la partie inférieure de l'anneau est en rapport avec les renflements ganglionnaires, qui constituent le ou les ganglions sous-œsophagiens, suivant que ces ganglions sont ou non soudés entre eux sur la ligne médiane. Dans ces conditions, l'anneau œsophagien se trouve formé, en haut par les deux ganglions cérébraux avec leur commissure transversale, en bas par les deux ganglions sous-œsophagiens, avec leur commissure transversale s'ils ne sont pas soudés et sur les côtés par les connectifs unissant les ganglions cérébraux aux ganglions sous-œsophagiens du même côté.

Faut-il attribuer à l'anneau œsophagien entier la signification d'un cerveau, ou bien faut-il réserver ce nom aux ganglions sus-œsophagiens seuls? La seconde opinion me paraît plus rationnelle, car c'est de cette partie que naissent les nerfs des organes sensoriels, œil et organes d'olfaction, et les nerfs qui partent des ganglions sous-œsophagiens se distribuent surtout aux organes

Digitized by Google

masticateurs ; les premiers seraient comparables aux hémisphères cérébraux des animaux supérieurs et aux ganglions de la base du cerveau, les seconds à la moelle allongée (bulbe et protubérance).

A mesure que se fait le rapprochement des deux ganglions sus-œsophagiens, la commissure d'union se rétrécit de plus en plus, et le cerveau finit par représenter un renflement bilobé. Sa concentration peut même être portée plus loin, comme dans les vers ronds, les géphyriens, les rotifères, chez lesquels le cerveau est représenté par un organe impair chez lequel il n'existe plus trace de séparation en deux lobes. Mais il est à remarquer que cette concentration, au lieu de représenter un progrès, constitue au contraire un caractère d'infériorité ; elle ne se présente, en effet, que dans les types placés le plus bas dans l'échelle, ou dans des formes aberrantes et dégradées, tandis que dans les genres les plus élevés, chez lesquels le cerveau est le plus volumineux et le plus développé, la séparation en deux parties est toujours plus ou moins nettement accentuée. Cette dualité que nous retrouverons partout, à mesure que nous monterons des degrés inférieurs aux degrés les plus élevés de l'échelle des êtres, est une loi de l'évolution du cerveau.

Pendant que se fait ce travail de concentration, qui réunit en une seule masse bilobée les deux ganglions cérébraux, il se fait en apparence un travail inverse dans chacun de ces ganglions ; on les voit, en effet, chez les espèces supérieures, se diviser en plusieurs lobes secondaires, comme dans les sabelles et les néréides errantes ; mais il n'y a là, en réalité, que des poussées nouvelles

Digitized by Google

de substance nerveuse, des formations nerveuses secondaires correspondant à des aptitudes et à des activités plus complexes de l'animal ; là où l'œil paraît ou acquiert plus de complexité, il s'ensuit un développement corrélatif des cellules nerveuses qui servent de centre visuel et ainsi de suite.

Les ganglions sous-œsophagiens, de même que les ganglions cérébraux, peuvent rester séparés ou se fusionner en un seul ganglion ; mais contrairement à ce qui a lieu pour les ganglions cérébraux, la fusion paraît être pour eux un progrès et non un caractère d'infériorité. Ils se rapprochent par là des ganglions de la chaîne ventrale et on constate là la même disposition que chez les animaux supérieurs, où la soudure des deux moitiés de la moelle allongée est complète.

Le volume du cerveau est, d'une façon générale, en rapport avec le développement des organes sensoriels, et spécialement des yeux et des organes tactiles céphaliques (cirres, antennes, etc.), autrement dit avec la variété et la multiplicité des relations qui existent entre l'animal et le monde extérieur. Mais il n'y a pas là un rapport étroit et nécessaire. Si, en effet, les espèces dépourvues d'yeux ont en général le cerveau très peu développé, par exemple les ténias, il en est chez lesquelles un cerveau très petit coïncide avec des yeux volumineux et même bien organisés, comme l'alciope. Pour les sensations tactiles, il en est de même. Ainsi, les terébelles et les cirratules, dont le tact est très délicat, ont le cerveau très petit ; il est petit aussi chez les pectinaires, qui ont besoin d'une sensibilité tactile très fine pour choisir les parcelles de sable toutes de grosseur égale,

Digitized by Google

avec lesquelles elles construisent le tube qu'elles habitent. La vivacité et l'agilité des mouvements ne paraissent avoir aussi qu'un rapport lointain avec le volume du cerveau. Si les néréides errantes ont en général un cerveau plus gros et plus compliqué que les néréides sédentaires qui habitent des tubes enfouis dans la vase, il y a cependant des exceptions ; les polyophthalmes, les nériniens, malgré leur petit cerveau, ont des mouvements excessivement vifs et s'enfoncent dans la vase avec une rapidité qui rend leur capture très difficile.

La forme même du cerveau peut encore moins se rattacher à des conditions déterminées. On peut assigner le rôle de ganglions sensoriels aux parties d'où se détachent les nerfs optiques ou les nerfs acoustiques, de masses motrices à celles d'où partent les filets qui se rendent aux muscles ou à des pièces mobiles, mais jusqu'à présent il est impossible d'aller au delà.

Pour les phénomènes psychiques, la difficulté est encore plus grande. La forme rudimentaire du cerveau des espèces parasitaires, comme le ténia, la *malacobdella* et tant d'autres, correspond bien au genre de vie de ces animaux. Le ténia, par exemple, vit là où il se trouve fixé et le lieu de fixation n'est probablement pas déterminé par un choix de l'animal, mais par une série d'excitations tactiles transmises à l'appareil musculaire fixateur. Il en est de même probablement de la plupart de leurs migrations dans le corps de l'animal qui leur sert d'hôte. Mais dans certains cas, il y a migration active; ainsi les *cercaires*, ou larves de distomes, se meuvent librement dans l'eau, et quand elles y rencontrent un mollusque ou un poisson, pénètrent activement dans

Digitized by Google

les tissus de l'animal. Le cerveau apparaît donc dès que les relations nerveuses avec l'extérieur acquièrent une certaine complexité. Dès que l'animal doit chercher sa nourriture, la choisir, lutter pour l'obtenir, surtout quand il s'adresse à une proie vivante, quand il doit se défendre contre ses ennemis, le cerveau intervient, les simples réactions sensitivo-musculaires ne suffisant plus à son genre de vie. Les annélides tubicoles qui guettent leur proie à l'entrée du tube qui leur sert de demeure et qui la saisissent au passage, les nemertines qui, avec leur trompe, tirent hors de leur tube les vers dont elles font leur nourriture, les néréides errantes qui fuient au moindre bruit et s'enfoncent dans la vase ou dans le sable avec une rapidité merveilleuse, les lombrics, observés par Darwin, qui masquent avec toutes sortes de débris l'entrée de leurs demeures souterraines, les sangsues de Ceylan, en embuscade pour guetter l'homme ou les animaux au passage, tous ces êtres déploient une activité psychique qu'il est impossible de nier, mais qu'il est impossible aussi de rattacher à une configuration ou à une structure spéciale du cerveau. On voit seulement que sa forme et sa texture le différencient des autres ganglions de la chaîne nerveuse ; mais ces différences paraissent être plutôt en rapport avec la multiplicité des nerfs qui en naissent et la complexité des pièces qui composent la tête qu'avec les divers modes d'activité psychique de l'animal. Il y a plus de différence entre le cerveau de la *malacobdella* et celui de la sangsue médicinale qu'entre les manifestations de la vie nerveuse et sensorielle des deux animaux.

Un fait qui domine toute l'histoire naturelle des vers

Digitized by Google

et qui trouve sa plus haute expression chez les annélides, c'est l'indépendance relative des divers segments du corps. Des fragments de lombric, d'*eunice*, continuent à vivre pendant quelque temps et leurs mouvements présentent une certaine coordination. Dans certaines espèces, les morphyses, le *Lombriculus variegatus* et quelques autres, la segmentation est spontanée ; l'animal, à des moments déterminés de son existence, se partage, sans cause appréciable, en un certain nombre de segments. Parmi ces segments, il en est qui appartiennent à la partie intermédiaire du corps, et qui ne possèdent par conséquent ni tête ni queue ; ces morceaux, composés quelquefois de trois anneaux seulement, n'en continuent pas moins à vivre, et au bout de peu de temps régénèrent un animal complet, avec son cerveau et sa chaîne ganglionnaire.

Cette indépendance des segments trouve une confirmation anatomique bien frappante dans quelques espèces, telles que le *polyophthalme*, petit ver très commun sur le littoral de Sicile, chez lequel chaque anneau porte une paire de taches oculaires rouge foncé. Cette indépendance relative a sa plus haute expression dans les *amphicorines*. Chez cet annélide, c'est la queue qui marche en avant et semble explorer la route avec beaucoup de vivacité ; elle est pourvue aussi de deux taches oculaires absolument comme la tête. Dans un genre voisin, les myxicoles, quoiqu'on n'ait pu encore y démontrer la présence d'yeux, c'est le même genre de marche, de sorte qu'il est difficile de dire si c'est le toucher seul ou le toucher et la vue qui interviennent dans ce mode de progression. Quoi qu'il en soit, les ganglions

Digitized by Google

de cette partie caudale jouent évidemment le rôle de cerveau, quoiqu'il soit probable que, dans ce mode de progression, le cerveau antérieur agisse aussi et coordonne son activité avec celle des ganglions caudaux. Il serait intéressant de faire quelques expériences sur ce singulier animal et de voir si après sa séparation en deux parties, la marche continue à se faire de la même façon ; je ne sache pas que des expériences de ce genre aient été pratiquées. J'ai pu du reste constater, dans des recherches physiologiques faites au laboratoire maritime du Havre sur des myxicoles *(Myxicola infundibulum)* un certain nombre de faits intéressants au point de vue du système nerveux de ces animaux[1].

En touchant légèrement la couronne branchiale de ce ver avec un stylet, cette couronne se ferme et se rétracte. Une piqûre ou un contact un peu rude en n'importe quel point du corps détermine une rétraction subite et générale de tout l'animal, qui donne une secousse brusque à la main qui le tient[2]. Si la piqûre est légère, les phénomènes sont différents. Si elle porte sur les anneaux intermédiaires, on a un gonflement qui se localise au

[1] Les animaux sur lesquels j'ai fait ces recherches provenaient des côtes avoisinant Cherbourg.

[2] Cette secousse est caractéristique. Elle est très marquée sur une espèce, la *Myxicola esthetica (Leptochone esthetica)* qu'on trouve en assez grande quantité dans les canaux qui parcourent la ville de Cette. Ce sont des vers longs de 2 à 3 centimètres qui vivent dans un tube glaireux. Ils se réunissent par groupes nombreux et forment des masses volumineuses qui sont appliquées contre les pierres, les rochers, etc. Quand on prend une de ces masses dans la main, tous les vers qui la composent se contractent instantanément et simultanément en imprimant à la main un choc brusque caractéristique (Communication orale de M. Koehler). Des phénomènes du même ordre s'observent chez d'autres espèces inférieures qui forment des colonies. Cette transmission rapide d'une excitation d'un animal à une autre suppose une sensibilité tactile très développée.

Digitized by Google

point touché et qui disparaît très vite ; si c'est le premier anneau, celui qui est à la base de la couronne, on a un mouvement très vif de tout le corps qui se rétracte subitement, et l'effet de l'excitation va en décroissant de ce premier anneau vers les anneaux médians ; en continuant, en allant des anneaux intermédiaires du corps vers les derniers anneaux, le phénomène inverse se produit et l'excitation de ces anneaux caudaux détermine une rétraction subite de l'animal comme celle des anneaux céphaliques. En résumé, l'excitation légère des anneaux intermédiaires détermine une contraction localisée, celle des anneaux extrêmes une contraction généralisée. Les ganglions des anneaux extrêmes représentent donc des centres nerveux supérieurs qui commandent l'ensemble de l'organisme, tandis que les ganglions des segments médians représentent des centres inférieurs, n'ayant d'action que sur leur segment correspondant ou tout au plus sur leurs segments voisins. Après la section de l'extrémité céphalique, les deux fragments se comportaient absolument de la même façon vis-à-vis des excitations.

Ne retrouve-t-on pas quelque chose de semblable chez les vertébrés ? Ainsi, chez les mammifères, l'extrémité de la queue, chez la grenouille, la peau du pourtour de l'anus ont une sensibilité supérieure à celle des autres régions et leur excitation détermine des réflexes plus énergiques que ceux de la plupart des autres régions du corps ; il semble que les centres médullaires auxquels ces régions correspondent jouissent d'une excitabilité particulière.

Mais chez les vers, ce ne sont pas seulement ces gan-

Digitized by Google

glions caudaux qui peuvent être considérés comme de véritables cerveaux. Si, ce qui semble légitime, le nom de cerveau doit être réservé à l'organe auquel arrivent les impressions sensorielles, visuelles, auditives, etc., qui déterminent les actes de l'animal en relation avec le monde extérieur, l'existence, dans un certain nombre d'espèces, de points oculaires latéraux sur chaque segment du corps assigne en réalité aux ganglions correspondants un véritable caractère cérébral, quoique d'un ordre secondaire.

Il y aurait donc pour les annélides une véritable dissémination des centres nerveux, comme dans les rayonnés, mais une dissémination mieux ordonnée, plus régulière. La concentration de l'activité nerveuse supérieure se ferait d'abord dans les deux anneaux terminaux, céphalique et caudal de l'animal, comme chez le polyophthalme et l'amphicorine, puis dans l'anneau céphalique seul, comme chez la plupart des annélides.

CHAPITRE V

TYPE BILATÉRAL VENTRAL

— Suite —

MYRIAPODES — CRUSTACÉS — ARACHNIDES

Le système nerveux des *myriapodes* présente de très grandes analogies avec celui des annélides dont les rap-

Digitized by Google

prochent la division de leur corps en segments et leur

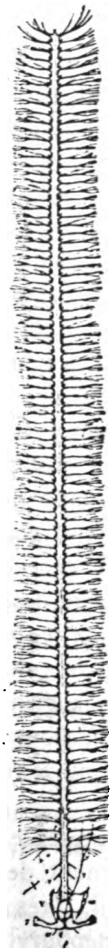


Fig. 62. — *Système nerveux de l'Iule* (Newport).

Fig. 63. — *Système nerveux de chilopode (Himantarium souterrain).*

Digitized by Google

mode de locomotion. Il est constitué par une chaîne ganglionnaire ventrale qui présente un ganglion au niveau de chaque anneau du corps.

Chez les *chilognathes* ou *millipèdes*, comme l'*iule*, qui vivent surtout de matières végétales en décomposition, c'est à peine s'il y a trace de ganglions ; le cordon nerveux ventral (fig. 62) conserve dans toute sa longueur à peu près le même calibre; c'est qu'en effet les cellules ganglionnaires forment sur toute l'étendue du cordon nerveux une couche continue qui augmente seulement un peu au niveau de l'émergence des nerfs. En avant, ce cordon se rattache par deux connectifs au cerveau.

Chez les *chilopodes* ou *centipèdes* qui se nourrissent de proies vivantes, la segmentation en ganglions est bien marquée (fig. 63). et le système nerveux acquiert son maximum de développement chez les scolopendres et les genres voisins. Le nombre des ganglions est du reste très variable suivant les espèces et peut aller de 16 (lithobius) à 140 (géophile). Déjà, cependant, dans quelques espèces de myriapodes se voient des tendances au fusionnement des ganglions. Ainsi, chez les polydesmides, les ganglions des premières paires de pattes se fusionnent avec le ganglion sous-œsophagien; les ganglions caudaux peuvent aussi se réunir pour constituer un ganglion plus volumineux, comme on le voit dans la scolopendre.

Le cerveau des myriapodes (fig. 64) présente une organisation en rapport avec le développement de la chaîne nerveuse et le genre de vie de l'animal. Très peu développé chez les polydesmides qui sont dépourvus d'yeux, il est encore très petit chez les iules et constitué par un

Digitized by Google

renflement transversal bilobé d'où partent les nerfs optiques, les nerfs des antennes et ceux des mandibules. Dans les géophiles, malgré l'absence des yeux, le cerveau acquiert un développement assez considérable ; mais il atteint son maximum chez les scolopendres et surtout chez les scutigères qui possèdent des yeux à facettes. Dans les espèces dépourvues d'yeux, les nerfs antennaires sont en général volumineux ainsi que les parties du cerveau qui leur donnent naissance. Les organes sensitifs sont en général peu développés chez ces animaux, et nous avons vu du reste que les yeux manquent dans un certain nombre d'espèces. Chez les chilognathes, on trouve à l'extrémité des tentacules des organes ayant beaucoup d'analogie avec les organes olfactifs des tentacules des insectes; cependant, dans ses expériences sur ces animaux, Bütschli est arrivé à des résultats tout à fait négatifs au point de vue de l'olfaction.

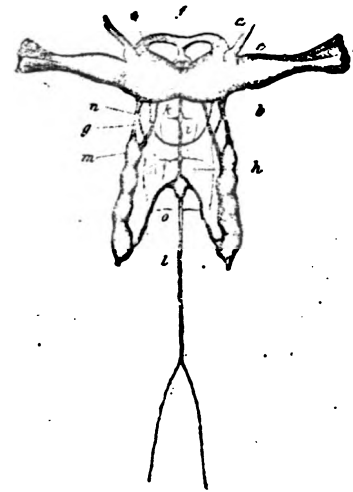


FIG. 64. — *Cerveau et système nerveux viscéral de myriapode* *

* *a*, nerf antennaire ; *b*, cerveau ; *c*, lobes optiques ; *d*, épanouissement du nerf optique ; *e*, nerf reliant le cerveau au ganglion frontal ; *fk*, nerf récurrent ou viscéral ; *i*, premier ganglion de ce nerf ; *o*, deuxième ganglion ; *l*, nerf pneumogastrique ; *m*, ganglions viscéraux reliés au cerveau par le connectif *n* ; *g*, collier œsophagien ; *h*, ganglion sous-œsophagien.

Digitized by Google

Chez les myriapodes, comme chez les annélides, les divers segments du corps jouissent d'une certaine indépendance; on peut conserver vivants, pendant plusieurs jours, des fragments de géophiles; quand on enlève la tête à l'un de ces animaux, il marche dans le sens de la queue; si on enlève alors la partie caudale, l'animal, réduit aux segments intermédiaires, marche tantôt en avant, tantôt en arrière. Cette indépendance et cette suprématie relative des ganglions postérieurs se voient bien chez le *lithobius à tenaille;* dans les conditions ordinaires, l'animal marche la tête en avant et les quatre pattes postérieures traînent inertes sur le sol sans participer à la progression; mais, dès qu'on le touche, l'animal recule immédiatement en faisant mouvoir ses quatre pattes postérieures avec beaucoup d'agilité. Il y a là un fait qui rappelle ceux que nous avons observés chez les vers.

L'activité psychique de ces animaux est très rudimentaire et certainement au-dessous de ce qu'on observe chez les annélides supérieurs.

Le système nerveux des *crustacés* se montre à l'état de réduction et de simplicité la plus grande dans quelques *cirripèdes* parasites, comme la *sacculine* qui vit sur l'abdomen du crabe et où il est représenté par un seul ganglion d'où partent les filets nerveux, ou chez quelques *copépodes,* comme la *sapphirina*. Mais cet état représente une véritable rétrogradation du système nerveux, et cette dégradation peut même aller jusqu'à le faire disparaître complètement dans le cours du développement, comme il semble que cela se produise chez quelques crustacés inférieurs chez lesquels on n'a pu démontrer encore l'existence d'un système nerveux.

Digitized by Google

Mais, abstraction faite de ces formes rudimentaires et qu'on peut considérer comme des formes aberrantes et dégradées, le système nerveux des crustacés, comme celui des arachnides, comme celui des insectes, se rattache au type que nous avons décrit chez les annélides. Ainsi, dans les cirripèdes supérieurs, comme l'anatife, dans les brachiopodes, dans les amphipodes, comme le talitre, il rappelle tout à fait celui des hermelles et des serpules; la chaîne nerveuse a la forme d'une échelle et le nombre de paires de ganglions correspond au nombre des segments du corps.

A partir de ce type, on voit les divers ganglions subir une concentration dans le sens transversal et dans le sens longitudinal.

Dans le sens transversal, les deux cordons pairs se rapprochent, puis se fusionnent pour donner naissance à un seul cordon ganglionnaire impair, comme dans certains copépodes nageurs (calanides), les pœcilopodes *(Limulus polyphemus)*, les isopodes *(cymothoa)*, les stomatopodes *(squilla)*, etc., chez lesquels on rencontre tous les degrés de fusion transversale. Mais toujours, même quand le cordon ganglionnaire paraît simple et se trouve contenu dans une seule gaine connective, un examen histologique attentif prouve bien qu'il est en réalité composé de deux cordons juxtaposés. Les figures 66 et 67 qui représentent des coupes transversales d'un phyllopode, le *limnetis* et d'un stomatopode, la *squille*, montrent les deux formes extrêmes, double (fig. 66) et simple (fig. 67) de la chaîne ganglionnaire *n*. On peut examiner aussi à ce point de vue les figures 68 et 69 qui représentent des segments de la chaîne nerveuse ganglionnaire de l'écrevisse.

Digitized by Google

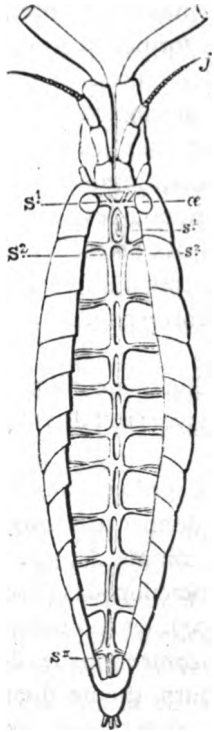


FIG. 65. — *Système nerveux du talitre**

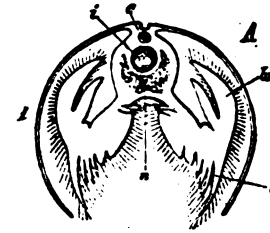


FIG. 66. — *Coupe transversale de limnetis***

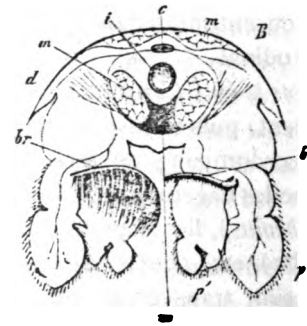


FIG. 67. — *Coupe transversale de l'abdomen d'une squille****

* *j*, antenne interne; *æ*, yeux; S¹, ganglions cérébraux; S², ganglions sous-œsophagiens; S¹¹, onzième paire de ganglions; *s*¹, connectifs unissant les ganglions sous-œsophagiens aux ganglions cérébraux et entourant l'œsophage; *s*², seconds connectifs interganglionnaires (Sicard, *Éléments de zoologie).*

** *i*, canal intestinal; *c*, cœur; *u*, *chaîne ganglionnaire double*; *d*, duplication des téguments formant la carapace; *br*, patte natatoire avec un appendice branchial, *br'* (Grube).

*** *d*, tégument de l'arceau dorsal de l'anneau; *m*, muscles; *c*, cœur; *i*, intestin; *n*, *chaîne ganglionnaire simple*; *br*, branchie; *br'*, tige portant l'autre branchie; *p*, palpe; *p'*, branche principale de la patte; *s*, sinus pericardique; *gs*, grand sinus veineux baignant la chaîne ganglionnaire; *cbr*, canaux branchio-cardiaques; *a*, artères latérales se distribuant aux fausses pattes et aux muscles (Milne-Edwards).

Digitized by Google

Dans le sens longitudinal, la tendance à la concentration n'est pas moins marquée. Déjà, chez l'*Argulus*, les

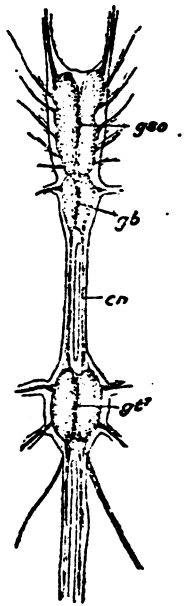


Fig. 68. — *Partie sous-œsophagienne de la chaîne nerveuse de l'écrevisse* *

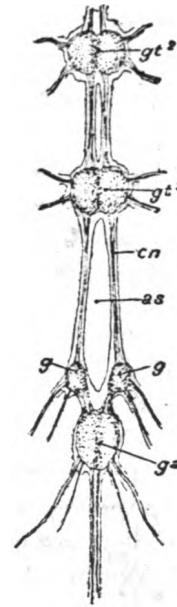


Fig. 69. — *Partie de la chaîne nerveuse de l'écrevisse correspondant à l'artère sternale* **

ostracodes, la mysis, on voit les ganglions se rapprocher les uns des autres. Bientôt ce n'est plus seulement un rapprochement, c'est une fusion de ganglions. On en trouve déjà une ébauche dans l'anatife où le dernier

* *gso*, ganglion sous-œsophagien; *gb*, partie postérieure de ce ganglion détachée du reste; *cn*, connectifs; *gt*¹, premier ganglion thoracique (Girod, *Manipulations de zoologie*).

** *gt*², deuxième ganglion thoracique: *gt*³, troisième ganglion thoracique; *gg*, *ga*, quatrième ganglion thoracique composé de deux paires de ganglions; *cn*, connectifs; *as*, passage de l'artère sternale (Girod, *Manipulations de zoologie*).

Digitized by Google

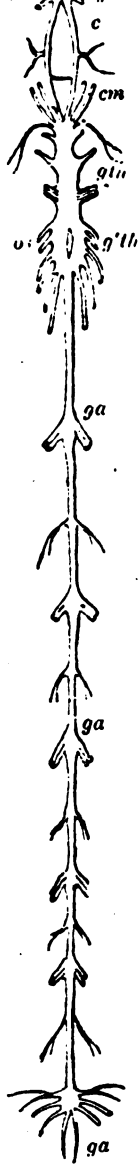


Fig. 70. — *Système nerveux de palæmon**

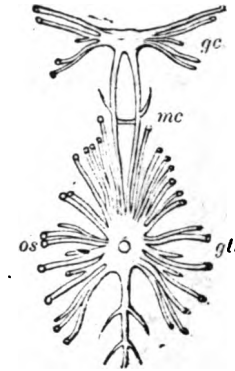


Fig. 71. — *Système nerveux de crabe***

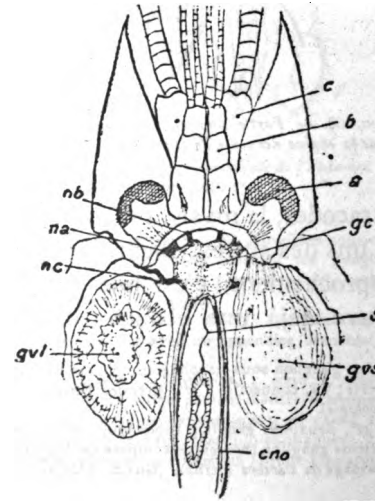


Fig. 72. — *Cerveau de l'écrevisse****

Digitized by Google

ganglion est formé par la soudure du sixième et du septième, comme le prouvent les nerfs qui en naissent. Cette soudure des derniers ganglions abdominaux se remarque aussi chez un certain nombre de crustacés supérieurs comme on peut le voir dans la figure 70 qui représente le système nerveux du palœmon. La concentration des ganglions abdominaux est portée encore plus loin chez quelques isopodes, comme l'*Asellus*, le *Porcellio*, le *Ligidium agile*. D'autres fois, au contraire, c'est sur les ganglions thoraciques que porte la fusion; ainsi, chez la squille, les trois derniers anneaux thoraciques et les anneaux de l'abdomen contiennent seuls des ganglions distincts; tandis que, dans le céphalothorax, les ganglions sont soudés en une grosse masse ganglionnaire qui envoie des filets aux mâchoires et aux pattes-mâchoires. Il en est à peu près de même chez les pœcilopodes; ainsi, dans le *Limulus polyphemus*, la partie de l'anneau pharyngien postérieure à la première commissure et le ganglion sous-pharyngien sont formés par la coalescence des premiers ganglions thoraciques[1]. La coalescence des ganglions thoraciques peut aller plus loin

[1] Les pœcilopodes doivent plutôt former un groupe à part *à côté* des crustacés. Je ne les place ici avec ces derniers qu'eu égard à leur système nerveux.

---

* *gc*, ganglions cérébraux; *c*, connectifs constituant le collier œsophagien et rattachant les ganglions cérébraux aux ganglions sous-œsophagiens; *cm*, commissure transversale caractéristique des crustacés qui réunit les deux connectifs; *gtb*, partie antérieure de la masse ganglionnaire thoracique; *gtb'*, partie postérieure de cette masse; *os*, ouverture pour l'artere sternale qui traverse la masse ganglionnaire; *ga*, ganglions abdominaux (Milne-Edwards, *Annales des sciences naturelles*).

** Mêmes indications que pour la figure 70.

*** *gc*, ganglions cérébraux; *a*, yeux; *b*, antennules; *c*, antennes; *na*, nerf oculaire; *nb*, nerf des antennules; *nc*, nerf des antennes; *st*, nerf stomato-gastrique; *cno*, connectifs; *gvl*, glande verte; *gvs*, son réservoir (Girod, *Manipulations de zoologie*).

Digitized by Google

et porter, non seulement sur les premiers, mais sur tous les ganglions comme on le voit chez le palœmon (fig. 70). Mais c'est chez les décapodes brachyures, comme les crabes, que la concentration de la chaîne ganglionnaire atteint son maximum, correspondant ainsi à la forme générale du corps de l'animal. Chez lui, en effet, tous les ganglions abdominaux et thoraciques ne forment qu'une seule masse située dans le thorax et rattachée au cerveau par deux longs connectifs (fig. 71). Cette masse a une forme annulaire par suite de la présence d'un orifice central, *os*, pour le passage de l'artère sternale. Il est à remarquer que cette même fusion s'observe dans des espèces bien inférieures, comme les balanes.

Chez les crustacés comme chez les vers, le *cerveau* est constitué par les ganglions sus-œsophagiens. Si quelquefois on a pu croire que ce ganglion sus-œsophagien manquait, c'est qu'il était réduit à une mince languette, le ganglion sous-œsophagien étant au contraire très développé.

Ces ganglions cérébraux à peine plus volumineux que les autres chez les cirripèdes, la *Cymothœa* (isopodes), le talitre (fig. 65), où ils sont quelquefois à peine distincts dans l'anneau œsophagien, acquièrent une certaine grosseur chez les copépodes et se soudent peu à peu en une masse unique plus ou moins bilobée. En général, le développement du cerveau paraît être en rapport avec le développement de l'organe visuel, et ce fait est surtout frappant chez les amphipodes ; très réduit chez les espèces à petits yeux, il est volumineux et composé de plusieurs lobes chez les espèces à gros yeux, comme les hypérines. Il atteint son maximum de développement chez les crustacés supérieurs, comme le

Digitized by Google

homard, l'écrevisse (fig. 72) ou le crabe (fig. 71), chez lesquels il acquiert aussi une complexité de structure qui le rapproche de celui des insectes.

La forme du cerveau varie considérablement d'un genre à l'autre. Plus ou moins quadrangulaire chez la plupart des copépodes, il est bilobé dans les ostracodes *(Cypris, Cytherea)*; chez les cladocères, il se compose de deux parties, une partie antérieure qui supporte l'œil et une partie postérieure, et le volume relatif de ces deux parties peut varier chez les diverses espèces. Dans les isopodes, le cerveau se compose de quatre renflements bien distincts; cette lobulation s'accentue encore chez les amphipodes et atteint son plus haut degré chez les crustacés supérieurs.

Le système nerveux viscéral ne manque que chez les crustacés inférieurs.

Les organes des sens sont assez développés chez les crustacés. Le *toucher* a pour organes des appendices tactiles de diverse nature (cirres, tentacules, antennes, etc.), qui varient suivant les genres et présentent en général une très vive sensibilité.

Les *organes visuels* consistent en yeux simples ou *stemmates* et yeux composés. Les premiers sont souvent impairs et situés sur la ligne médiane; les seconds sont habituellement placés latéralement et, dans un certain nombre de genres, portés sur des pédoncules mobiles, comme chez les crabes, les homards, etc. La présence d'un œil impair médian est caractéristique de la forme larvaire des crustacés (fig. 73, *o)*; ce n'est que plus tard que se développent les yeux latéraux pédonculés. Cet œil impair médian peut même exister seul chez l'ani-

Digitized by Google

mal arrivé à l'état parfait comme on le voit chez quelques cladocères *(Monospilus)* et presque tous les copépodes. Les organes visuels peuvent manquer chez certaines espèces inférieures parasites ou chez quelques crustacés supérieurs qui vivent dans les cavernes, les eaux souterraines ou les profondeurs de la mer [1].

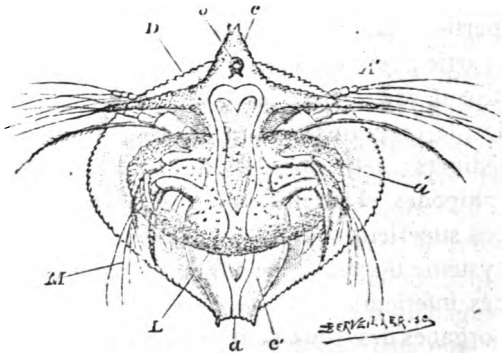


FIG. 73. — *Nauplius ou forme larvaire de phyllopode (Limnetis brachyurus)* *

Les *organes auditifs* sont constitués par des vésicules auditives, tantôt closes comme chez le homard, tantôt ouvertes et communiquant avec l'extérieur comme chez l'écrevisse. Elles se trouvent en général à l'article basilaire des antennules (fig. 74, *s.au)*. La figure 75 représente ce sac auditif isolé et extrait de sa cavité. Les figures 76 et 77 représentent à un grossissement plus considérable les

1 On peut cependant rencontrer aux mêmes profondeurs des espèces aveugles et des espèces pourvues d'yeux.

* *o*, œil; *a*, anus; D, test; A', appendices antérieurs à la base desquels sont articulés deux autres appendices, *a*; M, appendices postérieurs; *c*, *c'*, portion du corps non encore pourvue de membres articulés; *e*, tête.

Digitized by Google

soies auditives ou poils auditifs, avec les nerfs, *n*, qui y arrivent et s'y terminent par des sortes de bâtonnets

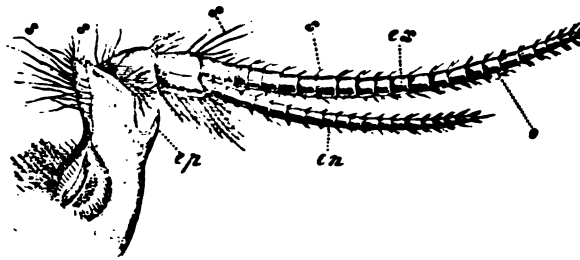


Fig. 74. — *Antennule vue par son côté interne (écrevisse)* *

(fig. 77). Chez les mysis, l'organe auditif (fig. 78) occupe la lamelle interne de la nageoire caudale ; disposition qui

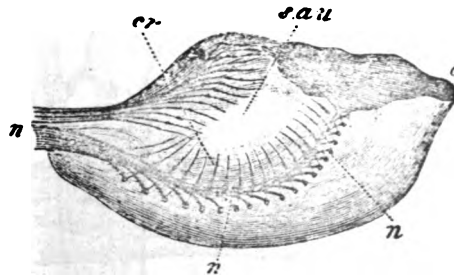


Fig. 75. — *Sac auditif de l'écrevisse isolé* **

a été utilisée dans les recherches physiologiques sur l'audition. Ces recherches démontrent la sensibilité de l'ouïe chez les crustacés. Hensen a pu s'assurer, chez les

* *s.au*, sac auditif situé dans l'article basilaire; *ex*, branche externe de l'antenne ou exopodite; *en*, branche interne ou endopodite; *s*, soies; *ep*, épine située sur l'article basilaire; *o*, cônes olfactifs (Huxley).

** *s*, *au*, sac auditif; *a*, ouverture du sac; *cr*, crête garnie de soies délicates ; *n*, nerf auditif (Huxley; Gross. 15).

Digitized by Google

mysis, que les poils auditifs de la surface du corps, qui servent aussi à l'audition, entrent en oscillation quand on fait arriver jusqu'à l'animal un son assez fort et que

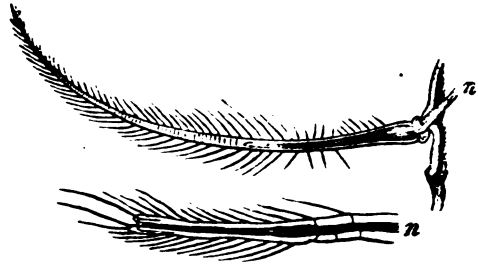


Fig. 76. — *Poil auditif grossi 100 fois* (Huxley).
Fig. 77. — *Poil auditif à un grossissement plus fort* (Huxley).

certains poils vibrent pour certains sons déterminés plutôt que pour d'autres. Il a vu aussi que pour des batte-

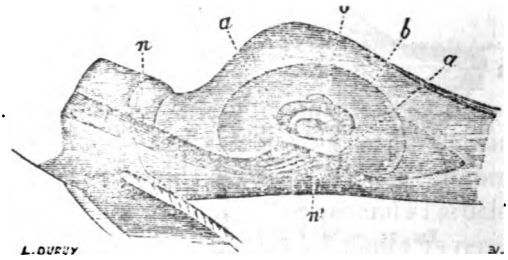


Fig. 78. — *Organe auditif de mysis* *

ments plus lents le côté de l'otolithe qui reposait sur les bâtonnets les plus longs avait la plus grande amplitude d'oscillation, tandis que pour les battements les plus

* *b*, vésicule auditive; *o*, otolithe; *n*, nerf auditif; *n'*, crête triangulaire résultant de l'épanouissement du nerf; *a*, bâtonnets auditifs (Hensen et Gegenbaur).

Digitized by Google

rapides, c'était le côté de l'otolithe qui reposait sur les bâtonnets les plus courts. Des observations analogues

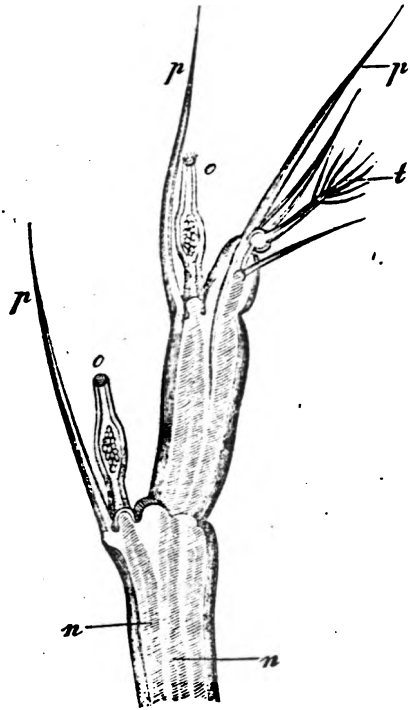


Fig. 79. — *Extrémité de l'antenne interne de l'Asellus aquaticus* *

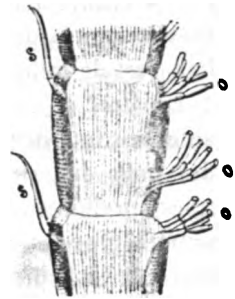


Fig. 80. — *Partie de la branche externe de l'antennule de l'écrevisse* **

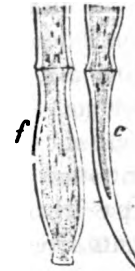


Fig. 81. — *Extrémité d'un poil olfactif de l'écrevisse* ***

ont été faites sur les poils auditifs du *Carcinus menas*. Il est probable, du reste, que ces poils auditifs, et sur-

* *t*, poils tactiles; *o*, cônes olfactifs; *p*, soie servant à protéger l'organe olfactif; *n*, filets nerveux allant se terminer dans les organes tactiles et olfactifs (Leydig).

** *s*, soies tactiles; *o*, poils modifiés servant à l'olfaction (Huxley).

*** *f*, vu de face; *c*, vu de côté. Grossi 300 fois (Huxley).

Digitized by Google

tout ceux qu'on trouve à la surface du corps, servent à l'animal, non seulement à l'audition des bruits, mais plutôt encore à la perception des ébranlements et des mouvements qui se produisent dans la masse liquide qui leur sert de milieu habituel.

L'*odorat* a, chez les crustacés, son siège dans les antennes internes (fig. 79 et 80). Ces antennes portent des poils ou soies tactiles *(t*, fig. 79 ; *s*, fig. 80), et des soies modifiées servant à l'olfaction *(o)*, soies représentées grossies dans la figure 81. Le sens de l'olfaction est d'ailleurs très fin chez ces animaux, du moins chez les crustacés supérieurs, et il n'y a pour s'en convaincre, qu'à se rappeler les procédés employés pour la pêche des écrevisses, des homards et des langoustes.

L'étude du système nerveux des crustacés montre de suite les différences qui le séparent de celui des vers et des annélides, et ces différences sont confirmées par la physiologie. La segmentation est chez eux bien moins complète et moins accusée, et chez certaines espèces la concentration atteint son maximum. Aussi, ne retrouve-t-on pas chez les crustacés cette indépendance des segments si remarquable chez les vers. Chaque ganglion sert bien de centre sensitivo-moteur pour les actes du segment correspondant, mais la séparation expérimentale du cerveau et du ganglion sous-œsophagien du reste de la chaîne détruit de suite toute coordination dans les mouvements qui deviennent tout à fait localisés. Les ganglions cérébraux commandent à tout l'organisme, et les mouvements volontaires et la sensibilité consciente sont sous sa dépendance.

Digitized by Google

Un fait à noter chez ces animaux, c'est la fréquence de la rétrogradation organique dans certaines espèces. Déjà, chez les anatifes et les balanes, les larves ont une existence plus libre et plus indépendante que l'animal à l'état de développement complet; mais cette rétrogradation est bien plus marquée dans ces espèces dégradées qui vivent en parasites sur d'autres animaux; chez quelques-unes même, comme les *Peltogaster* par exemple, cette vie parasitaire atteint le plus haut degré, et l'on voit l'animal, perdant ses membres et ses organes digestifs, se réduire à un sac qui contient les organes génitaux.

A côté de ces formes inférieures dans lesquelles la vie est purement végétative, on trouve chez les espèces supérieures une vie de relation active et un certain développement psychique et instinctif. Mais les crustacés, même les plus élevés dans l'échelle, sont à ce point de vue bien au-dessous des arachnides et des insectes. Aussi ne m'étendrai-je pas sur ce point qui ne nous conduirait à aucune conclusion intéressante.

Le système nerveux des *arachnides* présente des différences considérables suivant qu'on l'examine dans les espèces inférieures et dans celles qui sont situées aux degrés les plus élevés de l'échelle. Dans les groupes inférieurs, comme les *linguatules* qui vivent en parasites dans les cavités nasales du chien et qui étaient considérées autrefois comme des vers[1], le système nerveux est réduit au minimum. Il se compose d'un seul ganglion *sous-œsophagien* d'où part en avant une arcade

[1] La place des linguatules dans la série n'est pas encore bien déterminée.

Digitized by Google

qui représente le ganglion cérébral, réduit ainsi à une commisure transversale et qui en arrière donne naissance à deux cordons nerveux qui se portent vers l'extrémité caudale sans se réunir par des anastomoses transversales. Il n'y a donc pas chez ces animaux de chaîne ganglionnaire à proprement parler, et cette disposition rappelle ce que nous avons rencontré dans les genres inférieurs de vers.

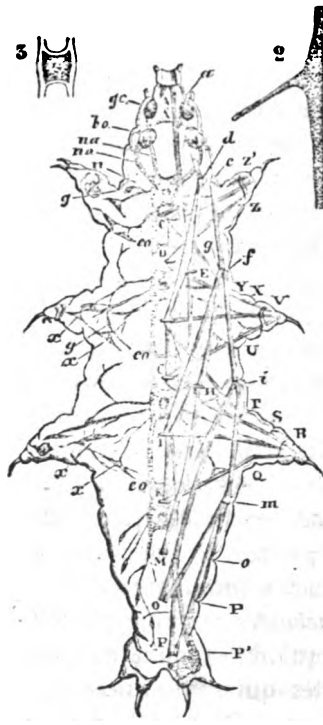


Fig. 82. — *Système nerveux et système musculaire du Mélnesium tardigradum* *

Dans les *acariens* (comme l'*Acarus* du fromage, le sarcopte de la gale, etc.), les centres nerveux sont réduits à une masse ganglionnaire unique, comme on l'a vu chez les *rotifères*, masse qui fournit les filets nerveux sensitifs et moteurs.

Dans les *tardigrades*, animalcules microscopiques, qui, comme les rotifères, peuvent revenir à la vie après avoir subi une dessiccation complète, les centres ner-

* *gc*, ganglions cérébraux ; *na*, nerfs antennaires ; *no*, nerfs optiques ; *bo*, bulbes optiques ; *co*, commissures de la chaîne nerveuse ; *g*, renflements ganglionnaires périphériques ; *x*, terminaison des nerfs dans les muscles ; A, terminaison d'un nerf dans une fibre musculaire grossie ; B, ganglion de la chaîne nerveuse grossi (Doyère).

Digitized by Google

veux se composent de deux ganglions cérébraux assez éloignés l'un de l'autre et réunis par une fine commissure transversale, et de quatre ganglions réunis entre eux et avec le cerveau par des connectifs doubles (fig. 82). Les ganglions de la chaîne ventrale ne portent pas trace de la division du système nerveux en deux moitiés, si marquée cependant sur le cerveau et sur les connectifs.

Les *pycnogonides*, petits animaux qui vivent sur le bord de la mer et dont la place dans la classification est encore douteuse, ont un système nerveux qui se rapproche beaucoup de celui de certains annélides et des insectes. Il est constitué par un ganglion sus-œsophagien ou cérébral, un collier œsophagien et une chaîne ganglionnaire ventrale formée par quatre ou cinq ganglions bilobés. La bilatéralité de la moelle ventrale est donc chez eux bien mieux marquée que chez les tardigrades.

Dans les groupes supérieurs, araignées, scorpions et formes voisines, le développement du système nerveux atteint un degré en rapport avec la complexité des actions nerveuses que présentent ces animaux. Chez les scorpions (fig. 83), le cerveau, petit et bilobé, se confond presque avec un gros ganglion thoracique formé par la réunion du ganglion sous-œsophagien et des ganglions correspondant aux segments du thorax, tandis que dans les parties abdominale et caudale, la chaîne nerveuse se compose de ganglions distincts comme chez les annélides.

A mesure que la partie caudale diminue, on voit diminuer la chaîne ganglionnaire abdominale et s'accentuer la centralisation. Ainsi, dans les *télyphonides* (fig. 84), cette partie des centres nerveux n'est plus

Digitized by Google

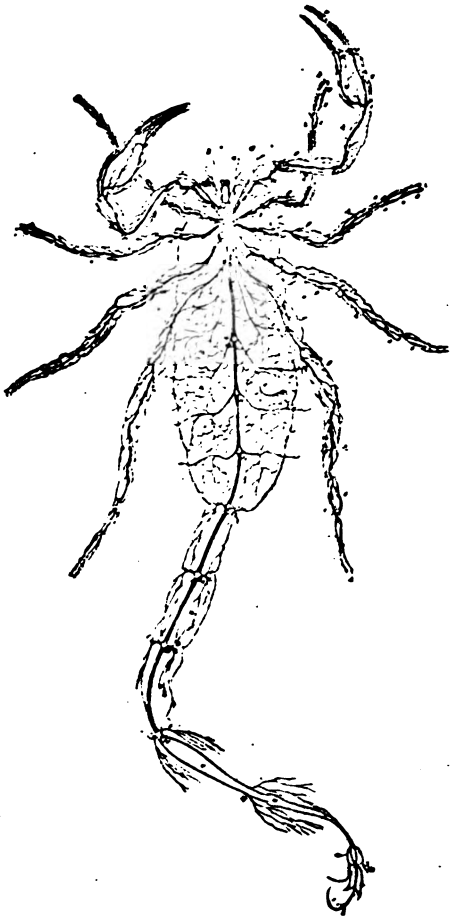


FIG. 83. — *Système nerveux du scorpion**

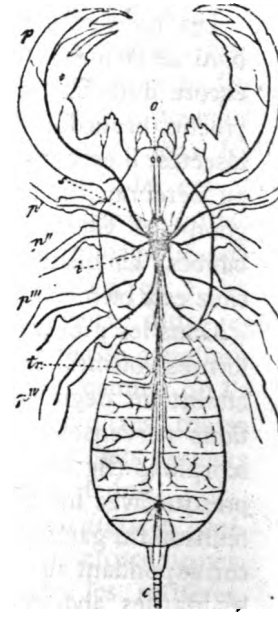


FIG. 84. — *Système nerveux du télyphone***

* *a*, nerf antennaire; *b*, cerveau; *c*, nerfs des yeux médians; *d*, nerfs des ocelles latérales; *e*, masse ganglionnaire thoracique (Newport).

** *s*, cerveau; *o*, nerfs des yeux principaux; *i*, masse ganglionnaire thoracique; *c*, ganglion abdominal unique; *p*, nerfs des pattes-mâchoires; *p'*, *p''*, *p'''*, *p''''*, nerfs des pattes ambulatoires (E. Blanchard).

Digitized by Google

représentée que par un petit ganglion unique *c* placé à l'extrémité de l'abdomen.

Enfin, dans les araignées proprement dites, la concentration atteint son maximum et les centres nerveux sont condensés en une seule masse volumineuse située dans le céphalothorax. Le cerveau constitué par deux petits renflements coniques situés en avant de cette masse fournit les nerfs des yeux et des antennes; un peu en arrière, de la partie correspondant au ganglion sous-œsophagien partent les filets de la région buccale; le reste de la masse centrale nerveuse donne aux autres organes du corps.

Les nerfs viscéraux (nerfs stomato-gastriques) ont la même disposition générale que chez les insectes ; ils sont seulement moins développés.

On voit par cette rapide description que le système nerveux des arachnides est construit sur deux types différents : dans l'un, la segmentation des ganglions est la règle, comme on le voit chez les tardigrades; dans l'autre, on trouve au contraire une fusion des ganglions en une seule masse ; c'est ce qu'on observe à la fois dans les formes inférieures, comme les acariens et les linguatules, et dans les formes supérieures, comme les araignées; mais, dans les premières, la concentration est un fait de dégradation ; dans les autres, elle est un progrès et un perfectionnement; le système nerveux des scorpions représente un intermédiaire entre ces deux types extrêmes.

Un fait à signaler, c'est que dans toute la série des arachnides, à l'exception des pycnogonides qui, comme nous l'avons vu, doivent probablement former une

Digitized by Google

classe à part, la fusion des ganglions a lieu dans le sens transversal et que la bilatéralité ne se montre que pour le cerveau.

Les *organes des sens* sont bien développés chez les arachnides. Les poils soyeux ou rudes qui recouvrent le corps, les antennes-pinces ou *chélicères* qui s'articulent sous le bord antérieur libre du céphalothorax, les palpes des espèces inférieures, la trompe des pycnogonides, etc., constituent autant d'organes tactiles d'une grande sensibilité.

Les *yeux* présentent des différences suivant les espèces et on les voit se perfectionner dans la série. Quelques espèces inférieures, comme les gamases qui vivent sur le corps des insectes, en paraissent même tout à fait dépourvues. Chez d'autres acariens, ils sont réduits à de simples taches pigmentaires; puis ces taches pigmentaires font place à des yeux rudimentaires composés de deux, trois bâtonnets rétiniens recouverts par une petite cornée; bientôt le nombre de ces bâtonnets rétiniens augmente en même temps qu'un cristallin s'interpose entre les bâtonnets et la cornée, et on arrive ainsi à l'œil bien organisé, tel qu'on le trouve dans les scorpions et les araignées (fig. 85). Ces yeux sont toujours simples et non à facettes comme chez les insectes, et disposés, au nombre de deux à douze, de façon très variable suivant les espèces sur toute l'étendue du céphalothorax. Leur groupement est du reste en rapport avec le genre de vie de l'animal; ainsi, chez les araignées qui vivent dans des trous obscurs d'où elles ne sortent que pour fondre sur leur proie, les yeux sont serrés les uns contre les autres et situés sur le milieu du front; chez celles qui

Digitized by Google

vivent au grand jour, les yeux sont dispersés sur le céphalothorax et quelquefois même situés à l'arrière; enfin, dans quelques genres, les épéires par exemple, ils peuvent être portés sur des pédoncules mobiles. En outre,

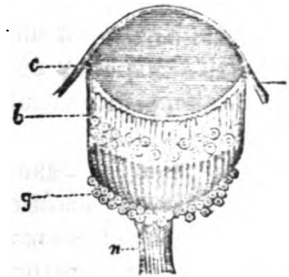


Fig. 85. — *Œil d'araignée* *

il semblerait que, suivant leur situation, leur fonctionnement fût différent; dans les yeux latéraux, la cornée est plus convexe, et ils serviraient surtout pour la vision des objets rapprochés; les yeux médians fonctionneraient comme des télescopes, les yeux latéraux comme des microscopes, disait-on autrefois. Il est difficile évidemment d'arriver sur ce point à des conclusions précises; mais des recherches récentes tendraient à faire admettre chez ces animaux une vue très imparfaite et à très courte distance. Il faut remarquer aussi que beaucoup d'entre elles sont crépusculaires et que leur vision s'exerce surtout dans l'obscurité.

Les *organes auditifs* des arachnides sont inconnus. On a cependant décrit, dans ces derniers temps, des poils minces, de disposition et de situation variables qui repré-

* *n*, nerf optique; *g*, cellules ganglionnaires; *b*, bâtonnets rétiniens; *l*, cristallin; *c*, cornée (Leydig).

Digitized by Google

senteraient les organes auditifs de ces animaux. Ce qui est certain, c'est qu'on ne peut leur refuser le sens de l'ouïe. Cette sensibilité est excessivement développée chez les araignées, et tout le monde connaît les histoires d'araignées sensibles à la musique, comme celle de Grétry par exemple, qui descendait sur la table de son piano quand il se mettait au clavier et disparaissait quand il cessait de jouer. J'ai observé moi-même un fait absolument semblable.

On ne sait rien non plus sur les organes du goût et de l'odorat. On a voulu localiser ce dernier sens soit dans les palpes, soit dans les antennes mandibulaires, ces équivalents morphologiques des antennes des insectes, mais sans preuves bien décisives.

L'activité psychique, rudimentaire chez les espèces inférieures, acquiert chez les araignées un développement qui ne le cède en rien à celui qu'on constate chez les insectes supérieurs, comme les fourmis et les abeilles. On ne peut nier, en effet, qu'il n'y ait une véritable intelligence dans la façon dont les araignées construisent leur toile ; ce n'est pas dans la disposition géométrique de cette toile que leur intelligence se révèle, car il n'y a là qu'une affaire d'instinct, mais dans le choix de l'endroit où cette toile sera construite et dans l'adaptation du travail de tissage aux conditions variables de la résidence qu'elles ont choisie ou qu'on leur a imposée dans un but expérimental. Si la plupart des phénomènes de la vie des araignées peuvent s'expliquer par l'instinct seul, tels que l'amour maternel qu'on trouve chez quelques espèces, leur *vol* dans les airs, grâce au fil qu'elles projettent et que le vent entraîne avec l'animal, leur migra-

Digitized by Google

tions, la façon dont elles construisent leurs toiles ou leurs nids, etc., il en est certainement que l'instinct seul ne suffit pas à expliquer. On peut les apprivoiser, et il n'y a qu'à se rappeler l'araignée de Pélisson et celle de Christian II, de Danemark. Léon Dufour conserva six mois une tarentule d'Espagne, et l'animal était devenu si familier qu'il venait prendre une mouche entre ses doigts. Voraces, rusées et cruelles comme tous les animaux qui vivent de proie vivante, elles ne s'épargnent pas même entre elles, et, sauf quelques genres comme les *attides* par exemple, elles se livrent des combats à mort quand elles se rencontrent; mais elles savent aussi, suivant les circonstances, modifier leur manière de faire, et suivant la nature de la proie dont elles veulent s'emparer, elles choisissent très bien entre la hardiesse et la prudence. Rien de plus curieux que de suivre dans sa chasse aux mouches ou aux moustiques le saltique arlequin qui, dès les premiers jours de printemps, paraît sur nos murs et sur nos croisées. Il y a plus que de l'instinct dans les manœuvres que l'araignée exécute et dans le plan d'attaque qu'elle emploie pour arriver à saisir sa victime au moment propice. Il y a, dans la patience inépuisable et dans la ruse qu'elle apporte dans sa chasse et dans la rapidité avec laquelle elle bondit sur sa proie quand le moment est venu, quelque chose qui rappelle le tigre; c'est le félin des invertébrés.

Digitized by Google

CHAPITRE VI

TYPE BILATÉRAL VENTRAL

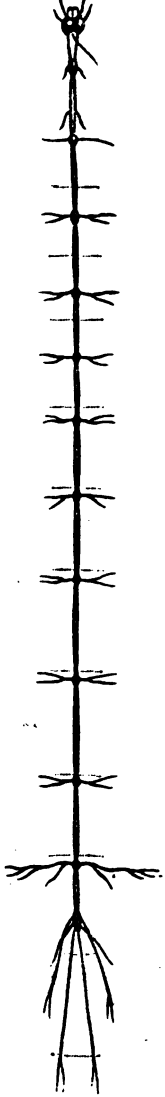
— Suite —

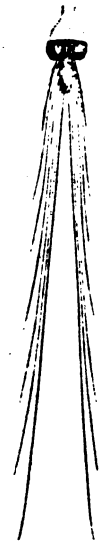
INSECTES

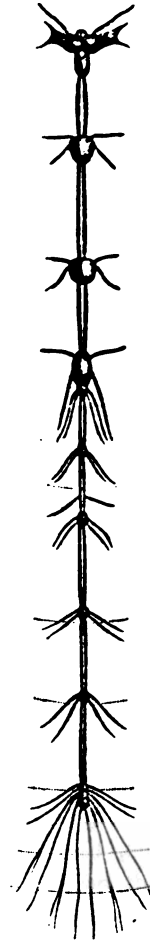
Le système nerveux des *insectes* présente une très grande variété, et la chaîne ganglionnaire offre chez ces animaux tous les degrés intermédiaires entre une chaîne ganglionnaire allongée composée de renflements distincts et indépendants et une seule masse ganglionnaire. Ces deux types se retrouvent dans les larves des insectes, et il n'y a, pour s'en assurer, qu'à comparer à ce point de vue le système nerveux de la larve de *Tenebrio* ou ver de farine et celui de la larve d'une volucelle. Chez la première (fig. 86), la chaîne ganglionnaire rappelle tout à fait le système nerveux des myriapodes. Tous les ganglions sont distincts, à l'exception des deux derniers, le onzième et le douzième, qui sont soudés ensemble pour former le ganglion caudal. Cette disposition se retrouve du reste chez la plupart des insectes, dans les premiers temps de la vie embryonnaire. Chez la seconde, au contraire (fig. 87), la concentration est à son maximum, tout le système nerveux étant représenté par une seule masse d'où naissent tous les filets nerveux du corps, disposition qui rappelle celle qu'on rencontre chez les araignées.

Les deux types extrêmes se rencontrent aussi dans

Digitized by Google







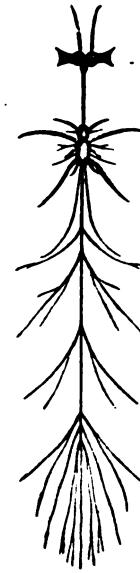


Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89.

Fig. 86. — *Système nerveux de larve de tenebrio* (E. Blanchard).
Fig. 87. — *Système nerveux de larve de voluceile* (Künckel d'Herculais).
Fig. 88. — *Système nerveux de tenebrio adulte* (E. Blanchard).
Fig. 89. — *Système nerveux de mouche adulte.*

Digitized by Google

l'insecte parfait (fig. 88 et 89) : seulement la concentration n'y arrive jamais, comme chez quelques larves, jusqu'à la fusion complète, et il y a toujours distinction entre la masse cérébrale formée par les ganglions sus et sous-œsophagiens et le reste des centres nerveux fusionnés en un seul gros ganglion situé dans le thorax, comme on le voit dans la mouche adulte (fig. 89).

Il est facile de suivre, dans les divers ordres d'insectes, les progrès de la concentration, depuis l'indépendance complète des ganglions jusqu'à la concentration comme on la trouve dans la mouche. Cette concentration porte et sur la partie abdominale de la chaîne ganglionnaire et sur sa partie thoracique. Sur la partie abdominale on voit les ganglions se rapprocher et se souder entre eux de la façon suivante. Habituellement, la fusion commence par les ganglions caudaux et porte sur un plus ou moins grand nombre de ganglions, de sorte que le nombre des renflements abdominaux peut varier dans les différentes familles. Mais un fait important, c'est que ces ganglions abdominaux n'acquièrent jamais un volume considérable et que leur volume ne dépasse pas beaucoup celui des ganglions de la larve (fig. 90 et 91).

Les modifications qui se passent dans la partie thoracique des centres nerveux portent d'abord sur le volume des ganglions. Comparés à l'état larvaire, ils présentent une augmentation de volume considérable. C'est qu'en effet ils fournissent aux organes principaux du mouvement, pattes, ailes, balanciers et muscles respirateurs. Ces ganglions sont primitivement au nombre de trois, qui desservent les trois segments de la région thoracique, *prothorax*, *mésothorax* et *métathorax*, et ce nombre per-

Digitized by Google

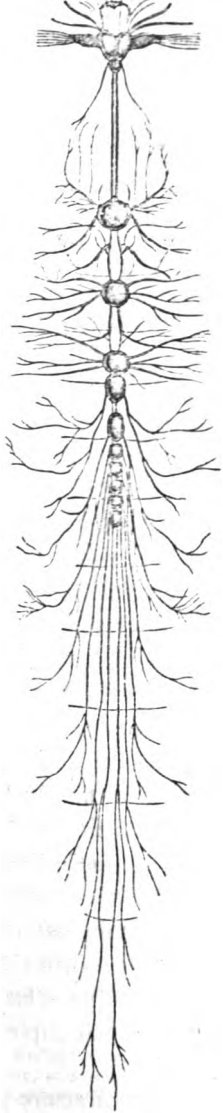


Fig. 90. — *Système nerveux de larve de Dytiscus* (E. Blanchard).

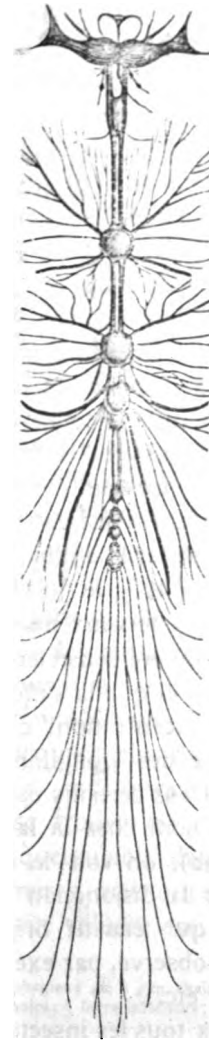


Fig. 91. — *Système nerveux de Dytiscus adulte* (E. Blanchard).

Digitized by Google

siste dans beaucoup de familles. Mais ils peuvent aussi se rapprocher et se fusionner dans certaines espèces, de façon à constituer deux renflements thoraciques ou même une masse thoracique unique, comme dans la volucelle, par exemple.

Enfin, la concentration peut aller encore plus loin et amener la fusion en une seule de la masse abdominale et de la masse thoracique. Il faut remarquer, du reste, que la plupart du temps, même quand les ganglions restent indépendants, le premier ganglion abdominal est soudé au troisième ganglion thoracique.

La division de la chaîne ganglionnaire en deux moitiés latérales se conserve quelquefois à l'état adulte, mais le plus souvent la fusion des deux cordons longitudinaux en un seul paraît complète à un examen superficiel. Mais l'investigation histologique permettra toujours de constater la duplicité de la chaîne ganglionnaire.

Les faits que je viens d'énoncer montrent que le système nerveux de l'insecte à métamorphoses complètes diffère sensiblement de celui de l'insecte à l'état de larve et que la différence consiste essentiellement en une concentration, c'est-à-dire en une diminution du nombre des ganglions. Mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans certains cas, en effet, dans lesquels les ganglions sont chez la larve, réunis en une masse unique (fig. 92), on voit le nombre des ganglions augmenter par la disjonction et l'écartement des centres nerveux qui étaient originairement confondus; c'est ce qu'on observe, par exemple, chez beaucoup de diptères, taons, etc.).

Chez tous les insectes, le *cerveau* a un caractère pair

Digitized by Google

et se compose de deux lobes plus ou moins évidents, situés en travers au-dessus de l'œsophage, et qui fournissent les nerfs antennaires, les nerfs optiques et les nerfs de la lèvre supérieure.

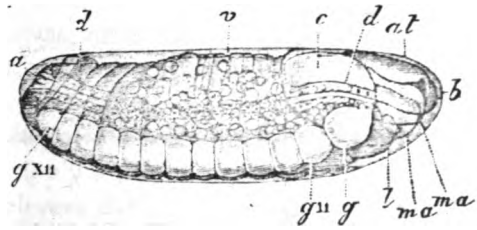


Fig. 92. — *Embryon de diptère* *

La forme la plus simple se rencontre chez les *hémiptères*, comme les pucerons, la cochenille, etc., où il est réduit à un renflement bilobé, et c'est la forme qu'on retrouve aussi, du reste, dans les larves de beaucoup d'insectes supérieurs (fig. 93). Mais déjà chez la larve, comme on peut le voir dans la figure 93, le ganglion céphalique est plus volumineux que les autres, et il en est de même du ganglion caudal constitué par la coalescence des derniers ganglions de la chaîne. Chez les *Névroptères* (libellules, etc.), le cerveau acquiert plus de développement, eu égard au ganglion sous-œsophagien. A l'origine des nerfs optiques, se trouve un renflement, *lobe optique*, qui manque quelquefois dans les larves, ainsi dans les larves d'éphémères, mais qui existe toujours dans l'insecte parfait ; son volume est habi-

* *v*, vitellus; *c*, cerveau; *g*, ganglion sous-œsophagien; *g*II à *g*XII, chaîne ganglionnaire; *at*, antennes; *md*, mandibule; *ma*, mâchoire; *l*, lèvre inférieure; *d*, tube digestif; *a*, anus (Weismann).

Digitized by Google

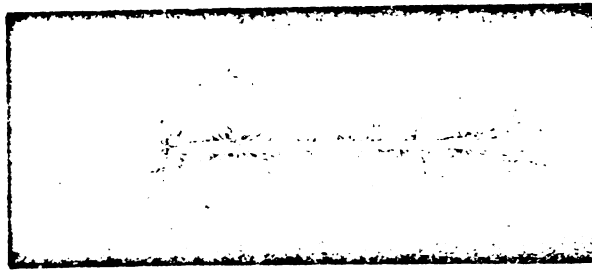


FIG. 93. — *Système nerveux du ver à soie du mûrier* (E. Blanchard).

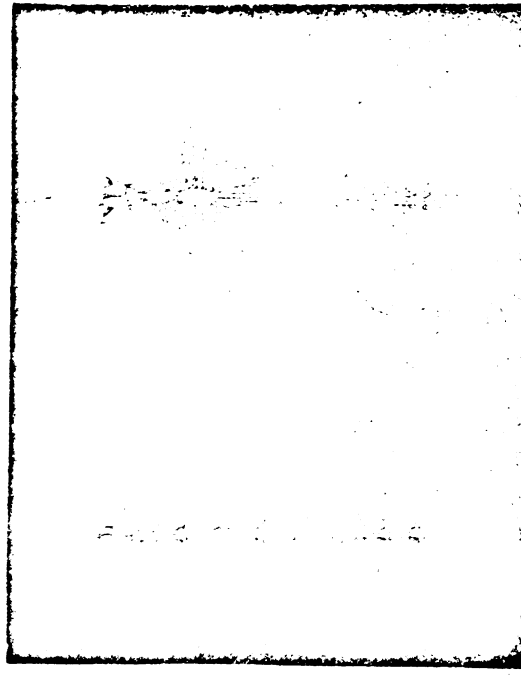


FIG. 94. — *Système nerveux de l'abeille* *

* A, Système nerveux de la larve ; B, système nerveux de l'insecte adulte (E. Blanchard).

Digitized by Google

tuellement assez considérable et quelquefois peut dépasser celui du cerveau lui-même.

Dans les *Diptères* (mouches, volucelles, etc.), le cerveau a la même disposition générale que chez les névroptères. Les lobes optiques, souvent très peu développés chez les larves, augmentent de volume peu à peu et chez l'adulte acquièrent une certaine grosseur; mais ce n'est que dans les espèces supérieures qu'ils atteignent un volume plus considérable que celui du cerveau proprement dit. Il n'y a pas en général, sauf dans les espèces les plus élevées dans la série, de renflements ou *lobes antennaires*, correspondant à l'origine des nerfs antennaires et encore, même dans ces espèces, ces renflements sont peu développés.

Les lobes antennaires et les lobes optiques sont plus volumineux chez les coléoptères et les lépidoptères; mais c'est chez les hyménoptères (fourmis, abeilles, guêpes) (fig. 94) que le cerveau atteint son maximum de développement. Son volume est considérable eu égard aux autres segments du système nerveux et il se divise en un certain nombre de renflements distincts. A la masse fondamentale qui constitue le cerveau proprement dit et qu'on peut appeler *lobe central* ou *masse centrale*, s'ajoutent trois renflements principaux, les *lobes antennaires*, les *lobes optiques* et les *corps pédonculés* (fig. 95).

Les *lobes antennaires* sont situés à la partie antérieure; ils donnent naissance aux nerfs antennaires, et comme il est à peu près démontré aujourd'hui que ces nerfs sont les nerfs de l'odorat, les lobes antennaires représentent les lobes olfactifs des vertébrés.

Les *lobes optiques*, situés de côté, donnent naissance

Digitized by Google

aux nerfs optiques et présentent les mêmes caractères que chez les atures insectes.

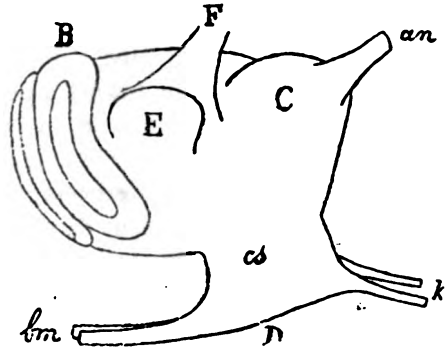


Fig. 95. — *Cerveau de fourmi noire* *

Les *corps pédonculés* sont deux renflements arrondis situés à la partie supérieure et postérieure du cerveau, dont ils peuvent déjà se distinguer à l'œil nu. Dujardin, qui les a décrits le premier, y constata des empreintes qu'il compara à des circonvolutions, telles qu'on les observe sur les vertébrés supérieurs et y vit une ébauche d'hémisphères cérébraux, opinion qui me paraît peu vraisemblable. Je ferai seulement remarquer que si les corps pédonculés n'existent sous cette forme que chez les hyménoptères supérieurs, ils existent cependant, quoique moins développés, chez presque tous les insectes. On en retrouve même des traces chez les crustacés.

Une particularité remarquable dans le cerveau des in-

* B, *corps pédonculés;* E, lobe optique; F, nerf optique; C, lobe antennaire; *an*, nerf antennaire; D, ganglion sous-œsophagien; *cs*, commissure unissant le cerveau au ganglion sous-œsophagien; *kn*, nerfs de la bouche; *bm*, nerfs de la chaîne ganglionnaire (Rabl-Ruckhard).

Digitized by Google

sectes, c'est l'absence d'organe nerveux central pour l'audition. Si, comme certaines expériences tendraient à le faire admettre, la sensibilité auditive doit être localisée chez eux dans les antennes comme l'olfaction, le lobule antennaire représenterait alors à la fois le centre olfactif et le centre auditif.

Le ganglion sous-œsophagien est réuni au cerveau par des commissures courtes et épaisses. Le *système nerveux viscéral* présente chez les insectes une certaine complexité ; à l'état de développement complet, il se compose de deux parties qu'on peut jusqu'à un certain point rapprocher du pneumogastrique et du sympathique des vertébrés.

Il me paraît inutile de passer en revue méthodiquement ordre par ordre le système nerveux des insectes ; ce que je viens de dire suffit pour donner une idée précise de la disposition générale de ce système nerveux et des transformations qu'il présente. Mais avant de rechercher quels rapprochements on peut établir entre le système nerveux des insectes et celui des vertébrés, je ferai quelques remarques sur deux points particuliers.

Le premier concerne la concentration des centres nerveux. Cette concentration pourrait paraître au premier abord un perfectionnement. Mais en y regardant de plus près, on s'aperçoit facilement qu'il n'y a pas de rapport étroit entre le degré du développement organique et intellectuel des insectes et le degré de concentration de leur chaîne ganglionnaire. Ainsi les insectes les plus élevés dans la série, tels que les fourmis et les abeilles, présentent au contraire un isolement relatif de leurs ganglions qui les classe, au point de vue de l'organisation,

Digitized by Google

dans les formes intermédiaires. C'est dans le cerveau et non dans la chaîne ganglionnaire qu'il faut chercher les caractères distinctifs correspondant au développement de l'instinct et de l'intelligence.

Le deuxième point a trait à l'indépendance des divers segments de la chaîne ganglionnaire chez les insectes. A l'état de larve par lequel passent un grand nombre d'insectes, ils ressemblent beaucoup à des vers ou à des myriapodes : chaque segment du corps a, comme chez ces animaux, son ganglion ou plutôt sa paire ganglionnaire qui l'innerve ; c'est ce qu'on observe chez les chenilles, par exemple. Mais même chez l'insecte parfait, cette segmentation se retrouve, quoiqu'à l'état *concentré* si l'on peut s'exprimer ainsi. Chacune des trois parties qui composent le corps de l'insecte, tête, thorax, abdomen, a en effet une vie propre et jusqu'à un certain point indépendante du reste. On peut s'en assurer facilement par l'expérimentation en séparant chacune de ces parties les unes des autres par deux sections transversales faites avec précaution, sur une guêpe ou sur une abeille par exemple. On voit alors chaque tronçon continuer à vivre pendant un certain temps d'une vie tout à fait indépendante. La tête agite ses antennes, sort et rentre sa trompe, ouvre et ferme ses mandibules et ses mâchoires ; le thorax continue à marcher et remue ses ailes ; l'abdomen darde son aiguillon et tous ces mouvements augmentent d'intensité quand on irrite la surface de la coupe avec un peu d'alcool ou quand on excite par le contact la surface du segment correspondant. Les guêpes décapitées conservent tous les mouvements coordonnés des pattes, des ailes, de l'aiguillon ; elles marchent

Digitized by Google

comme auparavant et se retournent quand on les met sur le dos. Il en est de même des mouches décapitées; elles brossent leur corps, lissent leurs ailes et font leur toilette comme si elles n'avaient subi aucune lésion. Les fourmis privées de leur abdomen courent, se battent, reconnaissent leurs compagnes, soignent leurs larves comme des fourmis intactes. Chez les abeilles et les guêpes, l'ablation de l'abdomen produit des désordres plus grands; elles peuvent encore agiter leurs ailes, mais ne peuvent plus voler; elles peuvent encore marcher, mais leur marche est mal coordonnée; mais ces troubles tiennent évidemment à une cause mécanique, au défaut d'équilibre déterminé par l'ablation de l'abdomen.

Malgré cette indépendance relative des segments du corps et de leurs centres ganglionnaires, le cerveau n'en a pas moins la suprématie sur le reste du système nerveux et n'en exerce pas moins sur les autres ganglions une action directrice et coordinatrice. Cette influence prépondérante paraît se faire sentir non seulement pour tous les actes qui sont du ressort de l'intelligence et de l'instinct, mais encore pour certains actes de la vie végétative. Ainsi, si on plonge sous l'eau une abeille intacte, on voit au bout de quelque temps des mouvements dyspnéiques de l'abdomen[1]; mais ces mouvements ne se produisent plus si on décapite l'abeille avant de la plonger sous l'eau; le centre respiratoire paraît donc chez ces animaux, comme chez les vertébrés, avoir son siège dans la partie céphalique du système nerveux.

1 Chez ces insectes, l'introduction de l'air dans les trachées se fait par les mouvements des anneaux de l'abdomen qui s'écartent et se rapprochent alternativement.

Digitized by Google

Peut-on comparer le système nerveux des insectes à celui des vertébrés et y a-t-il, à ce point de vue, quelque ressemblance avec les deux classes? J'examinerai successivement la chaîne ganglionnaire, les ganglions sous-œsophagiens et les ganglions cérébraux.

La chaîne ganglionnaire est évidemment l'homologue de la moelle épinière. Les ganglions qui la composent sont échelonnés par paires et réunis par des fibres commissurales, longitudinales et transversales. Les commissures longitudinales, comparables aux fibres longitudinales des cordons de la moelle, vont non seulement d'un ganglion au ganglion voisin; mais elles peuvent aussi dépasser un ou plusieurs ganglions sans s'y arrêter et réunir par conséquent des ganglions séparés les uns des autres par des ganglions intermédiaires. En outre, un certain nombre de ces fibres longitudinales se continuent directement avec les nerfs latéraux. Les commissures transversales réunissent, comme les commissures de la moelle, les ganglions d'une même paire.

Le ganglion sous-œsophagien, qui fournit les nerfs masticateurs et ceux de la déglutition, peut être considéré comme l'équivalent du bulbe rachidien et d'une partie de la protubérance. Le ganglion cérébral correspond au cerveau; mais dans ce ganglion les homologies sont plus difficiles à saisir. Il en est cependant sur lesquelles il ne peut y avoir de doute. Ainsi le ganglion optique représente évidemment les masses nerveuses qui donnent naissance à la bandelette optique, c'est-à-dire les corps genouillés, et une partie de la couche optique et des tubercules quadrijumeaux. Pour le lobule olfactif, son assimilation au bulbe olfactif ne présente aucune

Digitized by Google

difficulté. Pour les corps pédonculés, il me semble difficile d'y voir une ébauche de circonvolutions cérébrales; celles-ci me paraissent plutôt avoir leurs homologues dans les couches de cellules corticales qui recouvrent toute la surface du cerveau et dans cette hypothèse les insectes rentreraient donc dans la catégorie des animaux à cerveau lisse. Les commissures qui rattachent le cerveau au ganglion sous-œsophagien correspondent aux pédoncules cérébraux.

Il faut remarquer que rien, dans le cerveau des insectes, ne rappelle les ventricules cérébraux, ces cavités qu'on rencontre dans le cerveau des vertébrés. Il y a donc certainement pour ces animaux un autre type de construction cérébrale qui ne permet qu'un rapprochement très lointain entre les deux formes de cerveau. Du reste, le développement pourrait seul donner des indications précises sur cette question; malheureusement jusqu'ici ce développement n'est connu que d'une façon très incomplète.

En résumé, les traits caractéristiques du cerveau des insectes sont les suivants :

Absence de ventricules;

Absence de renflement auditif spécial;

Séparation des ganglions d'origine des nerfs sensoriels;

Projection plus ou moins prononcée du ganglion optique.

Le développement que prend chez les insectes la vie de relation a pour condition un développement correspondant des divers appareils sensitifs. Nous allons les passer rapidement en revue.

Digitized by Google

La *sensibilité tactile* répartie sur toute la surface du corps se localise cependant d'une façon spéciale sur certains points, sur certains appendices, antennes, palpes, etc., qui sont pourvus à cet effet de poils tactiles et constituent de véritables organes du toucher comparables en délicatesse aux corpuscules du tact.

Les *organes visuels* des insectes consistent en yeux simples et en yeux composés (fig. 96).

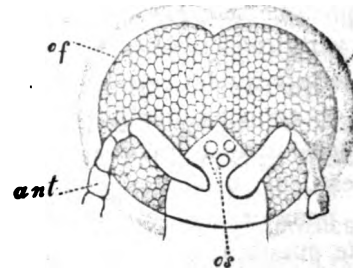


FIG. 96. — *Ensemble de l'appareil visuel de l'abeille*

Les *yeux simples, ocelles, stemmates, yeux lentifères,* sont au nombre de deux à trois et situés sur la ligne médiane. Ils sont constitués de l'extérieur à l'intérieur par une cornée, une lentille réfringente ou cristalline (improprement appelée *cône)* et une série de bâtonnets entourés par une gaine pigmentaire et qui aboutissent aux fibres nerveuses qui le mettent en connexion avec le lobule optique (fig. 97).

Les *yeux composés* ou à *facettes* sont immobiles et constitués par la réunion d'une infinité de petits yeux

* *of*, yeux à facettes; *os*, ocelles; *ant*, antennes (Leydig).

Digitized by Google

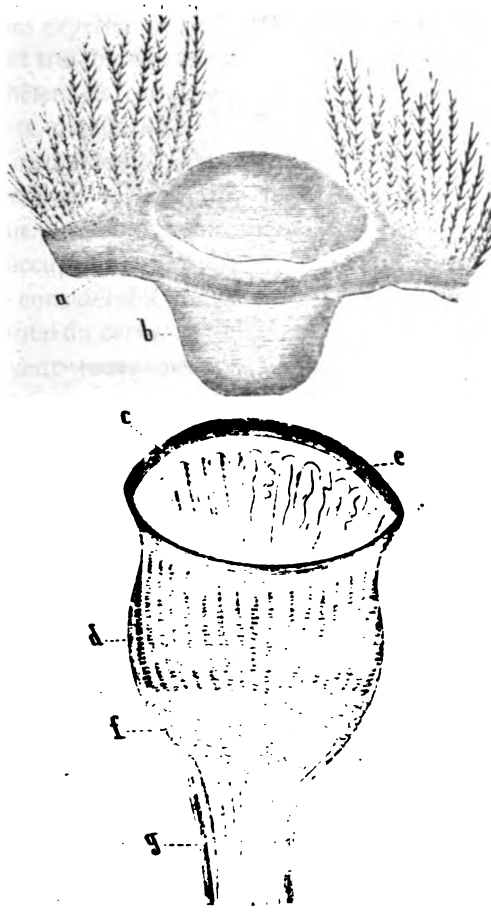


FIG. 97. — *Ocelle d'abeille* *

* Le cristallin *b* a été soulevé avec le tégument général, *a*; *c*, cercle pigmentaire de l'iris; *d*, pigment choroïdien; *e*, bâtonnets optiques; *f*, couche ganglionnaire; *g*, nerf optique (Leydig).

Digitized by Google

simples (2000 à 6000) qui présentent la structure qui vient d'être décrite (fig. 98).

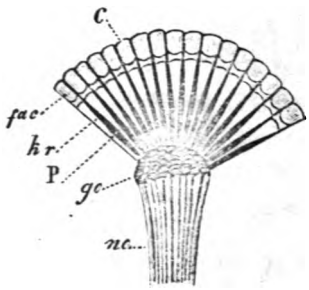


Fig. 98. — *Schéma d'un œil composé d'arthropode* *

La plupart des insectes possèdent les deux espèces d'yeux; quelques-uns cependant, comme certaines larves, n'ont que des yeux simples. Enfin il est même des espèces, comme les carabides anophthalmes, qui vivent dans les cavernes, qui sont tout à fait dépourvues d'organes visuels. Cependant des expériences précises ont permis de constater que, malgré cette absence d'yeux, ces animaux sont encore sensibles à la lumière ; ils sont, comme on l'a dit, *photodermatiques*.

Il est assez difficile de savoir, avec cette structure des yeux à facettes, comment se fait la vision chez les insectes. Ce qui paraît certain, c'est qu'ils voient les mêmes rayons du spectre que nous et qu'ils n'en voient pas d'autres que nous ; mais cette vision doit évidemment s'exercer dans des conditions particulières que nous ne pouvons soupçonner. Le pouvoir d'accommoder la vue

* C, cornée; *fac*, cônes; *kr*, bâtonnets; P, gaines pigmentaires des bâtonnets; *go*, ganglion du nerf optique ; *no*, nerf optique (Nuhn).

Digitized by Google

aux distances des objets paraît leur faire défaut et d'après les expériences de Lubbock sur les fourmis, leur vue serait très basse et aurait très peu de portée; peut-être rachètent-ils cette imperfection par une perception des petits détails que nous ne pouvons obtenir qu'à l'aide d'instruments grossissants. D'après Forel, ils ne distingueraient les contours que d'une façon vague et percevraient mieux les couleurs que les formes. La surface occupée sur la tête par les yeux composés, le volume considérable du ganglion optique eu égard au volume total du cerveau, indiquent *a priori* le rôle capital que doivent jouer chez ces animaux les sensations visuelles. Et pourtant quand on examine comparativement des insectes aveugles et des insectes voyants d'un groupe voisin, il est presque impossible de saisir des différences palpables dans leurs allures, leur marche, en un mot dans leur vie de relation.

De toutes les sensations, c'est peut-être l'*odorat* qui joue chez les insectes le rôle le plus considérable. Je ne m'arrêterai pas à rassembler ici toutes les preuves de la délicatesse de ce sens chez ces animaux, nié cependant encore tout récemment par quelques auteurs, et je ne peux que renvoyer aux ouvrages spéciaux et particulièrement aux travaux de Forel. En se basant plutôt sur des considérations théoriques que sur des observations rigoureuses, on l'a placé tantôt sur toute la surface du corps, tantôt à l'entrée des organes respiratoires, aux stigmates, tantôt dans la cavité buccale ; mais les expériences d'un grand nombre de naturalistes ont démontré d'une façon qui me paraît irréfutable que le siège de l'olfaction doit être placé dans les antennes. L'amputation

Digitized by Google

des antennes sur une mouche à viande ou sur une guêpe produit instantanément une perte complète de l'olfaction; si, comme l'a fait Balbiani, on approche d'une boîte remplie de femelles de bombyx une boîte remplie de mâles dont une partie a été privée de ses antennes, les

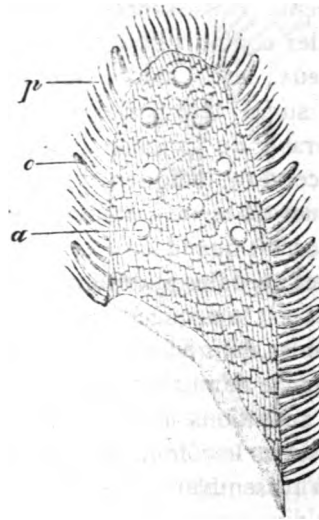


FIG. 99. — *Extrémité d'une antenne de fourmi rouge* *

mâles intacts s'agitent vivement et cherchent à s'échapper pour aller retrouver les femelles, tandis que les mâles privés d'antennes restent parfaitement immobiles sans donner aucun signe d'excitation. Quand on examine les antennes, on y constate la présence de fossettes microscopiques *a* (fig. 99) au fond desquelles s'insèrent des

* *p*, poils tactiles; *o*, cônes olfactifs; *a*, fossettes au fond desquelles s'insèrent les cônes olfactifs (Leydig).

Digitized by Google

organes particuliers, *cônes olfactifs*, *o*, en rapport avec une fibre nerveuse terminale.

Le *goût* existe certainement chez les insectes; mais la localisation de ce sens n'est pas encore faite d'une façon certaine, quoiqu'on puisse sans crainte d'erreur l'attribuer à une des parties de la cavité buccale (langue, trompe, etc.).

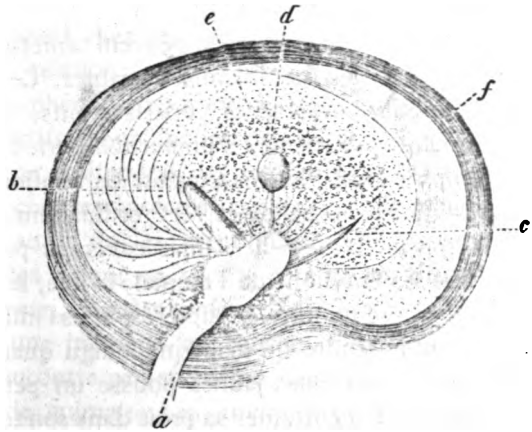


FIG. 100. — *Appareil auditif d'une sauterelle* *

L'*audition* donne lieu à des incertitudes encore plus grandes. On ne peut refuser le sens de l'ouïe aux insectes, quoique, d'après les expériences de Lubbock, la sensibilité auditive soit très obtuse chez les abeilles, les guêpes et les fourmis; mais les sons mêmes qu'émettent les insectes démontrent chez eux l'existence de l'audition. On a localisé dans les antennes la sensibi-

* *a*, nerf auditif terminé par un ganglion; *b*, *c*, *d*, les trois pièces chitineuses situées à la surface du tympan; *e*, chassis corné de la membrane du tympan. L'appareil est vu de l'intérieur et à un faible grossissement (Leydig).

Digitized by Google

lité auditive, mais jusqu'ici il a été impossible d'y trouver d'organes auditifs particuliers, et ceux qu'on avait considérés comme tels ne sont en réalité autre chose que les organes olfactifs. Cependant, dans certains groupes ; l'existence d'organes auditifs a pu être constatée d'une façon positive, soit dans la partie postérieure du métathorax *(acridides)* (fig. 100), soit dans les jambes antérieures *(locustides, gryllides)*.

Un certain nombre d'insectes peuvent émettre des sons produits par des mécanismes variables. Ces sons consistent en bourdonnements, bruissements, stridulations, et quelquefois même en un véritable cri. La plupart du temps le *chant* des insectes est en relation avec les manifestations sexuelles et sert ordinairement au mâle pour appeler la femelle ; mais ces sons peuvent aussi traduire les émotions de l'animal, la joie, la peur, la colère ; un grand nombre de diptères, sous l'influence de la peur, font entendre un piaulement aigu quand on les saisit ; le *sphex* à ailes jaunes pousse un petit cri allègre au moment d'entraîner sa proie dans son terrier ; le *sphinx atropos* irrité fait entendre un sifflement strident, véritable cri de colère.

On trouve chez les insectes toutes les variétés de *locomotion*, depuis la reptation jusqu'au vol, « cette poésie du mouvement », et on constate chez eux une adaptation merveilleuse aux milieux dans lesquels ils sont appelés à vivre. Leurs mouvements sont servis du reste par un système musculaire incomparablement supérieur à celui des vertébrés au point de vue de la force et de l'agilité. Les expériences de Plateau ont mis en évidence et permis de mesurer cette puissance musculaire considérable ; le

Digitized by Google

hanneton traîne aisément une charge équivalant à quatorze fois son poids, l'abeille encore plus. Certains insectes paraissent infatigables, et l'on voit des mouches voler et se balancer des heures entières sans s'arrêter un seul instant. Le taon suit et dépasse les meilleurs chevaux lancés au galop. Le système musculaire atteint chez ces animaux un remarquable degré de perfectionnement qui s'accorde bien avec le développement que présentent chez ces petits êtres les phénomènes de la vie de relation.

Ces phénomènes sont de deux ordres : phénomènes instinctifs, phénomènes psychiques.

Je ne m'étendrai pas sur les manifestations de l'instinct chez les insectes ; ces faits sont tellement connus qu'il suffit de les mentionner. C'est surtout chez les insectes vivant en société comme les abeilles, les fourmis, etc., que les phénomènes instinctifs se montrent avec une intensité qui touche au merveilleux et qui ne se rencontre pas au même degré dans tout le reste de la série animale. Les ouvrages de Réaumur, d'Huber, de Forel, de Lubbock, etc., ont popularisé la vie des abeilles et des fourmis et fait connaître leur organisation sociale, leurs mœurs, leurs amours, leurs combats, leurs migrations, en un mot toutes les intéressantes péripéties de l'existence de ces curieux animaux.

Les *phénomènes psychiques* des insectes doivent nous arrêter plus longtemps. A ce point de vue, en effet, certains insectes, les abeilles, les fourmis, se rapprochent des vertébrés supérieurs et il faudrait aller jusqu'au chien, à l'éléphant, au singe pour trouver des termes de comparaison. Il est évident qu'un grand nombre de phé-

Digitized by Google

nomènes donnés vulgairement comme des phénomènes psychiques et cités comme des preuves d'intelligence, ne sont que des résultats de l'instinct ; mais parmi les actes de la vie des abeilles et des fourmis il en est cependant auxquels il est impossible de refuser le caractère psychique, et ce n'est pas seulement chez les insectes supérieurs qu'on les constate, c'est aussi chez des espèces moins élevées dans la série et même chez des larves. La façon dont les nécrophores choisissent le terrain dans lequel ils enfouiront le cadavre de souris ou d'oiseaux qu'ils ont trouvé, la manière dont ils se réunissent et travaillent en commun pour mener à bien cette importante opération, témoignent d'une entente mutuelle, d'un raisonnement assez développé, d'une adaptation de leurs efforts et de leur activité aux conditions variables qu'ils rencontrent et ne peuvent s'expliquer uniquement par la puissance aveugle de l'instinct. Les mêmes manifestations psychiques se retrouvent chez le bousier, qui construit, roule et défend sa pilule stercorale, et dont il faut lire dans J.-H. Fabre les intéressantes manœuvres[1], dans le rynchite du bouleau, qui enroule sa feuille pour édifier le nid où il pondra ses œufs, dans la façon dont la mante et la larve de fourmilière guettent et saisissent leur proie. Mais c'est chez les abeilles, les guêpes, les fourmis, que l'activité psychique atteint son maximum.

La *mémoire* se rencontre à un haut degré chez ces insectes. Les abeilles reconnaissent après un temps très long les endroits où elles ont fait leur récoltes ; l'abeille maçonne, transportée à quatre kilomètres de son nid,

1 J. H. Fabre, *Souvenirs entomologiques*, 1879.

Digitized by Google

retrouve l'endroit précis où est placé son nid et y revient exactement; les habitantes d'une même fourmilière se reconnaissent encore après une absence de plusieurs mois. Les abeilles, les bourdons, les guêpes elles-mêmes, peuvent être apprivoisées; Muller avait ainsi apprivoisé toute une colonie de guêpes, et l'une d'entre elles se laissait même caresser du bout du doigt et prenait sa nourriture dans la main. Lubbock rapporte un fait du même genre. Les fourmis, les abeilles, les carabes même semblent pouvoir communiquer les uns avec les autres, sans qu'il soit possible de savoir comment peut se faire cette communication, car le prétendu langage des fourmis, admis par quelques auteurs, n'a jamais pu être démontré. Ce qui paraît certain, c'est que les mouvements des antennes sont les moyens de cette communication et constituent une sorte de langage spécial auquel Huber a donné le nom de *langage antennal*. Mais ces moyens de communication se réduisent évidemment à quelques idées très simples, et la plupart des faits qu'on a voulu expliquer par un langage réel s'expliquent beaucoup mieux par une délicatesse particulière des yeux et surtout de l'odorat. Quant à la compassion des abeilles et des fourmis les unes pour les autres, quoiqu'on ait cité un certain nombre de faits qui semblent en effet en indiquer l'existence, il y a lieu de faire des réserves en attendant des observations plus rigoureuses et plus multipliées, et d'autres faits semblent indiquer, au contraire, une indifférence complète pour leurs semblables. Le transport mutuel des fourmis, les jeux gymnastiques auxquels elles se livrent entre elles, constituent aussi un des phénomènes les plus curieux de leur vie de

Digitized by Google

relation et qu'il est difficile d'interpréter à l'aide de l'instinct seul. Mais à côté de ces passions bienfaisantes, on rencontre chez ces petits êtres, absolument comme chez l'homme, les passions brutales, la colère, le vol, la combativité, la férocité. On sait les combats acharnés des lucanes, des grillons, des reines d'abeilles, et les véritables batailles rangées que se livrent entre elles les fourmilières rivales et dans lesquelles, pour se passer dans les infiniment petits, on n'en retrouve pas moins toutes les horreurs et tous les carnages de nos champs de bataille humains. Chez ces animaux, comme chez nous, il y a des voleurs qui, soit individuellement, soit par bandes organisées, s'introduisent dans les ruches et les mettent au pillage ; souvent même, après avoir défendu leur ruche jusqu'au dernier moment, les victimes. se voyant les plus faibles et ne pouvant résister, se mettent. en désespoir de cause, à imiter leurs voleurs et à participer elles-mêmes au pillage de leur propre ruche.

Toutes ces manifestations instinctives et psychiques ont pour condition une organisation cérébrale développée ; mais quand on veut rattacher chacune de ces deux manifestations à des régions déterminées du cerveau, on se trouve en présence de très grandes difficultés. J'ai indiqué plus haut l'opinion des auteurs qui placeraient dans les corps pédonculés le siège de l'intelligence et les rapprocheraient par là des hémisphères cérébraux ; mais, pour ma part, je serais plus disposé à localiser l'activité psychique dans les cellules corticales du cerveau et à faire des corps pédonculés l'équivalent du cervelet.

Digitized by Google

CHAPITRE VII

TYPE BILATÉRAL VENTRAL

— Suite —

BRYOZOAIRES. — BRACHIOPODES. — MOLLUSQUES

Avant d'arriver aux mollusques proprement dits, je dirai quelques mots des *bryozoaires* et des *brachiopodes*.

Les *bryozoaires*, rangés autrefois parmi les polypes, vivent habituellement en colonies en donnant naissance par leur agrégation à une sorte de polypier. Parmi les individus qui composent la colonie, il en est qui se transforment et s'adaptent pour un rôle spécial ; tels sont les *aviculaires*, qui ont l'aspect d'une tête d'oiseau, et les *vibraculaires*, qui se terminent par un long filament mobile ; tous les deux agissent comme organes de préhension.

Le système nerveux, très réduit chez ces animaux, est constitué par un ganglion unique placé entre la bouche et l'anus et fournissant aux tentacules et à l'œsophage. Un fait à noter, c'est que chez certains embryons de bryozoaires *(entoproctes)* le ganglion sus-œsophagien contient une cavité centrale qui disparaît dans la suite. Outre ce système nerveux spécial à chaque individu, on a décrit un réseau nerveux qui mettrait en communication tous les individus de la colonie, véritable *système nerveux colonial* qui serait une exception bien remar-

Digitized by Google

quable dans l'évolution du système nerveux, et dont l'existence du reste n'a pas été confirmée.

Les bryozoaires sont dépourvus d'organes des sens, à l'exception d'organes tactiles. Cependant ils sont sensibles à la lumière. Leur sensibilité tactile est surtout très développée. L'animal sait distinguer parmi les corpuscules qui arrivent dans sa bouche ceux qui lui sont utiles et ceux qui lui sont nuisibles, et quand, par exemple, ses propres excréments se présentent trop souvent à son orifice buccal, il les chasse à l'aide d'un des filaments qui forment une couronne autour de cet orifice. Quand l'*Avicularia* a happé une proie vivante, elle reste fermée tant que cette proie reste vivante et se meut, acte qui peut être dû, il est vrai, à une simple action réflexe, mais qui suppose cependant une vive sensibilité.

Les *brachiopodes*, qui sont aussi voisins des bryozoaires et des annélides que des mollusques, se distinguent de ces derniers principalement par l'existence d'une coquille à deux valves, l'une dorsale, l'autre ventrale. Leur système nerveux, plus développé que celui des bryozoaires, se compose d'un anneau œsophagien qui comprend une paire de ganglions sous-œsophagiens (fig. 101) assez volumineux et une paire de ganglions cérébraux (ganglions labiaux), plus petits. De chaque ganglion sous-œsophagien part un nerf qui offre sur son trajet un renflement ganglionnaire. Ils sont dépourvus d'organes sensitifs spéciaux, cependant à l'état de larve ils possèdent des taches oculaires et des vésicules auditives qui disparaissent dans le cours du développement. Chez ces animaux, comme chez les précédents, la sensibilité tactile est très délicate.

Digitized by Google

Les *chœtodermes*, dans lesquels se rangent les *chitons*, les *Neomenia*, quoique habituellement classés dans les mollusques, me paraissent devoir être décrits à part, et la disposition de leur système nerveux justifie cette dérogation à la classification usuelle. Ce système nerveux

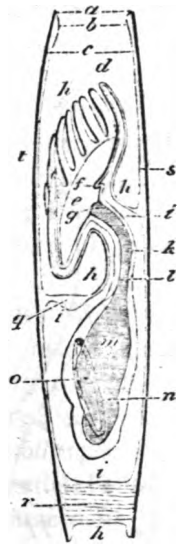


FIG. 101. — *Diagramme d'un embryon avancé de lingule* *.

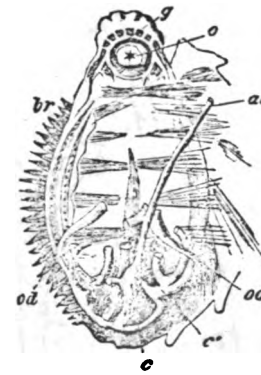


FIG. 102. — *Anatomie du chiton* **.

(fig. 102 et 103) est constitué par un anneau œsophagien dans lequel manquent les ganglions cérébraux ; les

* *q*, *ganglion sous-œsophagien ventral*; *a*, extrémité des valves; *b*, épaississement marginal du manteau; *c*, manteau; *d*, tentacule dorsal médian; *e*, lophophore; *f*, lèvre; *g*, bouche; *b*, cavité palléale; *i*, cavité générale; *k*, paroi de l'œsophage; *l*, œsophage; *m*, chambre hépatique de l'estomac; *n*, chambre intestinale de l'estomac; *o*, intestin; *r*, muscle postérieur; *s*, valve dorsale de la coquille; *t*, valve ventrale (Brooks).

** *o*, bouche; *g*, *anneau nerveux œsophagien*; *ao*, aorte; *c*, ventricule; *c*, oreillette; *br*, feuillets branchiaux; *od*, oviducte (Cuvier).

Digitized by Google

ganglions sous-œsophagiens existent seuls. De cet anneau œsophagien partent quatre troncs nerveux, deux nerfs

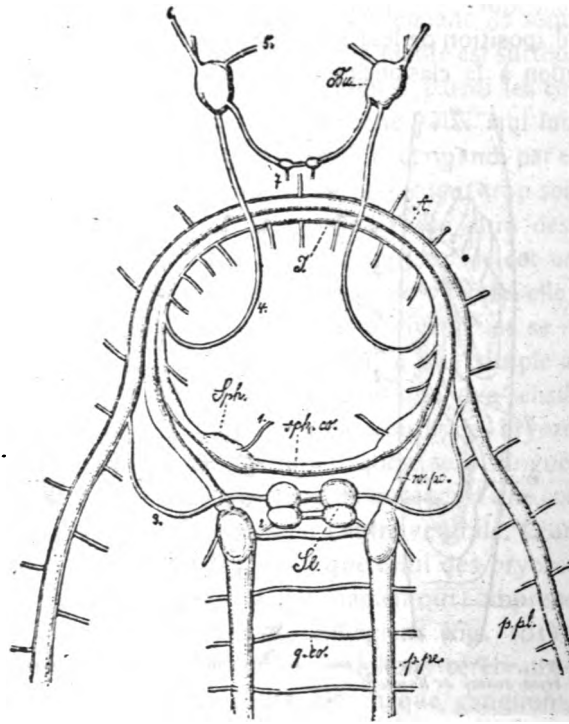


FIG. 103. — *Système nerveux du chiton* *.

latéraux *(p.pl)*, qui se rendent au manteau et qui sont situés au côté dorsal de l'animal, et deux nerfs plus rap-

* A, cordon externe; I, cordon interne; *Spb*, ganglion sous-pharyngien; *Sl*, ganglion sublingual; *Spb.co*, commissure sous-pharyngienne; *p.pl*, nerf du manteau, *p.pe*, nerf pédieux primaire; *g.co*, commissures des nerfs pédieux primaires; *Bu*, ganglion buccal (v. Ihering).

Digitized by Google

prochés de la ligne médiane, qui sont placés à la région ventrale et réunis par des commissures transversales *(p.pe)*. Au niveau de la première commissure transversale se trouvent deux ganglions. Ces nerfs, avec leurs commissures transversales, sont les représentants de la chaîne ganglionnaire des vers, et les deux ganglions dont je viens de parler représentent à la fois les ganglions pédieux des mollusques et la première paire ganglionnaire de la chaîne nerveuse ventrale des vers. Un certain nombre de ganglions accessoires, ganglions buccaux (B*u*), ganglions sublinguaux (S*l*), complètent le système nerveux du chiton. Le ganglion viscéral des mollusques manque. Les *chitons* ne possèdent ni organes visuels ni tentacules.

Dans les *Neomenia*, genre nouveau de la même classe, on a constaté au contraire l'existence d'un cerveau représenté par un petit ganglion elliptique qui donne naissance à six paires de nerfs.

Les *mollusques* se distinguent des vers par un caractère essentiel : l'absence de segmentation, et ce caractère se retrouve dans le système nerveux de ces animaux.

Pour bien comprendre la disposition du système nerveux des mollusques, qui semble s'écarter par tant de points de celui des invertébrés que nous avons jusqu'ici passés en revue, il importe de rappeler en quelques mots le plan général de l'organisation de ces animaux (fig. 104).

A la partie dorsale, la peau forme, sous le nom de *manteau*, *m*, un double repli qui recouvre le corps dans une partie plus ou moins grande, manteau qui sécrète la coquille. A la partie ventrale se forme, aux dépens de

Digitized by Google

l'enveloppe dermo-musculaire, un autre organe, le *pied*, *p*, situé au-dessous de la bouche et dont l'aspect

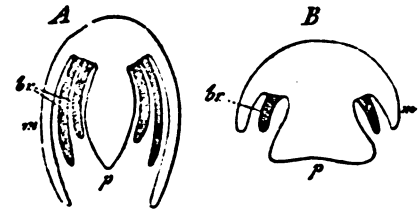


FIG. 104. — *Coupe diagrammatique d'un mollusque* *.

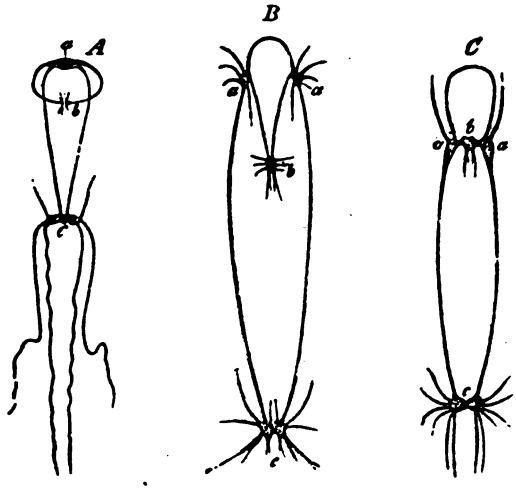


FIG. 105. — *Système nerveux des lamellibranches* **.

varie suivant les mollusques. L'espace compris entre les deux lames du manteau est la *cavité palléale*. Entre le

* A, lamellibranche; B, gastéropode; *m*, manteau; *p*, pied; *br*, branchies (Gegenbaur).

** A, *Teredo*; B, *Anodonta*; C, *Pecten*; *a*, ganglions sus-œsophagiens; *b*, ganglions pédieux; *c*, ganglions viscéraux.

Digitized by Google

pied et le manteau se trouvent les organes respiratoires, *branchies* ou poumon, *br*.

Chez les *lamellibranches*, comme l'huître, la moule, etc., et les espèces acéphales, le système nerveux (fig. 105) se compose de trois paires de ganglions : *ganglions cérébraux*, *ganglions sous-œsophagiens* ou *pédieux* et *ganglions viscéraux* ou *branchiaux*.

Les *ganglions sus-œsophagiens* ou *cérébraux*, *a*, sont plus ou moins écartés et quelquefois rejetés sur les côtés de l'œsophage ; ils sont réunis entre eux par une commissure plus ou moins longue, suivant l'écartement des ganglions, et quelquefois très longue et filiforme, comme dans l'anodonte, B, et les peignes, C. Quelquefois au contraire ils sont soudés en un seul, comme dans les *Teredo*, A. Les ganglions cérébraux sont rattachés aux ganglions sous-œsophagiens par des commissures dont la longueur est en général en raison inverse de celle de la commissure inter-cérébrale et aux ganglions viscéraux par un nerf très long, *nerf circumpalléal*, qui suit le bord du manteau. Les ganglions cérébraux, peu développés chez les lamellibranches, fournissent des filets à la bouche et au manteau, et ce faible volume est en rapport avec l'absence de tête distincte et d'organes sensitifs céphaliques chez ces animaux.

Les *ganglions sous-œsophagiens* ou *pédieux*, *b*, sont habituellement unis entre eux ; leur développement est ordinairement en rapport avec celui du pied auquel ils fournissent ; ils peuvent même manquer chez quelques espèces, comme l'huître, chez lesquelles le pied manque.

Les *ganglions viscéraux* ou *branchiaux*, *c*, sont accolés, souvent réunis ensemble, et leur volume est habituelle-

Digitized by Google

ment plus considérable que celui des deux autres paires. Ils fournissent aux branchies, au manteau, aux siphons, quand ils existent, et au muscle occluseur postérieur de la coquille. On a considéré à tort ces ganglions viscéraux comme appartenant au système sympathique.

Ces ganglions sont représentés avec leurs rapports dans la figure 106 qui donne le système nerveux de l'anodonte.

S'il est facile de trouver dans les ganglions cérébraux et pédieux des lamellibranches les homologues des ganglions cérébraux et sous-œsophagiens des vers et des autres invertébrés que nous avons déjà étudiés, il est beaucoup plus difficile d'établir l'homologie des ganglions viscéraux. On pourrait penser à en faire les représentants du ou des derniers ganglions de la chaîne nerveuse des vers; mais un fait anatomique s'oppose à cette hypothèse : c'est l'absence complète de toute connexion entre les ganglions pédieux et les ganglions viscéraux. On est donc amené à cette conclusion que les ganglions viscéraux sont des formations surajoutées, additionnelles, sans équivalent chez le reste des invertébrés. Dans ces conditions, le système nerveux des lamellibranches se distinguerait de celui des autres invertébrés par deux caractères principaux: l'absence de chaîne ganglionnaire ventrale et la présence d'un centre nouveau constitué par les ganglions viscéraux. Le chiton, chez lequel on retrouve encore la première paire de ganglions thoraciques et un reste de chaîne ganglionnaire coïncidant avec l'absence de ganglions viscéraux représenterait la forme de transition.

A mesure que dans une famille une région du corps

Digitized by Google

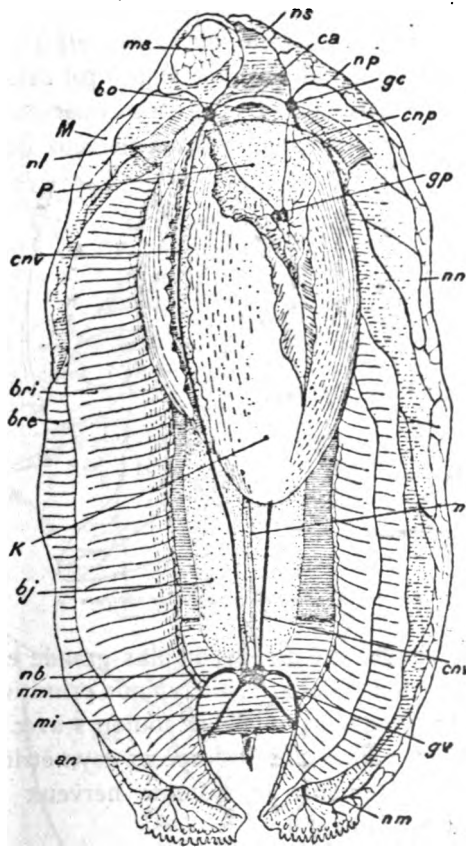


FIG. 106. — *Système nerveux de l'anodonte**.

* *gc*, ganglions cérébraux; *gp*, ganglions pédieux; *gv*, ganglions viscéraux; *cnp*, connectifs cérébro-pédieux; *cnv*, connectifs cérébro-viscéraux; *nf*, nerf labial; *ns*, nerf ascendant du muscle adducteur supérieur; *np*, nerf palléal supérieur; *nb*, nerf branchial; *nv*, nerf viscéral; *nm*, nerf palléal inférieur; *nn*, nerf circumpalléal; *bo*. bouche; *ms*, muscle adducteur supérieur; M, manteau; P, pied; K, masse viscérale; *bri*, branchie interne; *bre*, branchie externe; *bj*, organe de Bojanus; *mi*, muscle adducteur inférieur; *an*, anus (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

Digitized by Google

se développe, qu'un nouvel organe s'ajoute aux anciens (siphons, muscles, organe du *byssus*, etc.) ou qu'un organe ancien disparaît, comme le pied par exemple, on voit se former ou disparaître des centres nerveux correspondants qui donnent au système nerveux de ces ani-

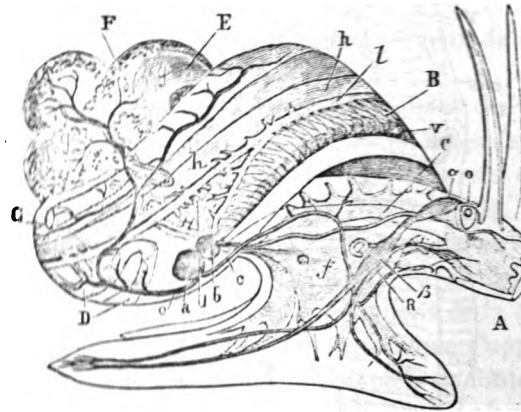


FIG. 107. — *Anatomie de paludine vivipare* *.

maux une complexité de plus en plus grande et l'écartent plus ou moins de sa forme typique primitive ; mais cette forme typique se retrouve toujours avec un peu d'attention et, même chez les espèces asymétriques, on peut toujours ramener le système nerveux au type symétrique fondamental.

Je n'ai pas l'intention de suivre, dans l'infinie variété des détails, les dispositions que présente, à mesure

* *a*, ventricule ; *b*, oreillette ; *c*, artère céphalique ; *e*, artère hépatique ; *f*, *g*, *h*, sinus veineux ; *l*, artère branchiale ; *v*, veine branchiale ; α, *ganglions sus-œsophagiens* ; β, *ganglions sous-œsophagiens* ; A, bulbe pharyngien ; B, branchies ; C, œsophage ; D, replis de l'intestin ; E, estomac ; F, foie ; G, appareil génital ; V, rein ; R, oreille (Leydig).

Digitized by Google

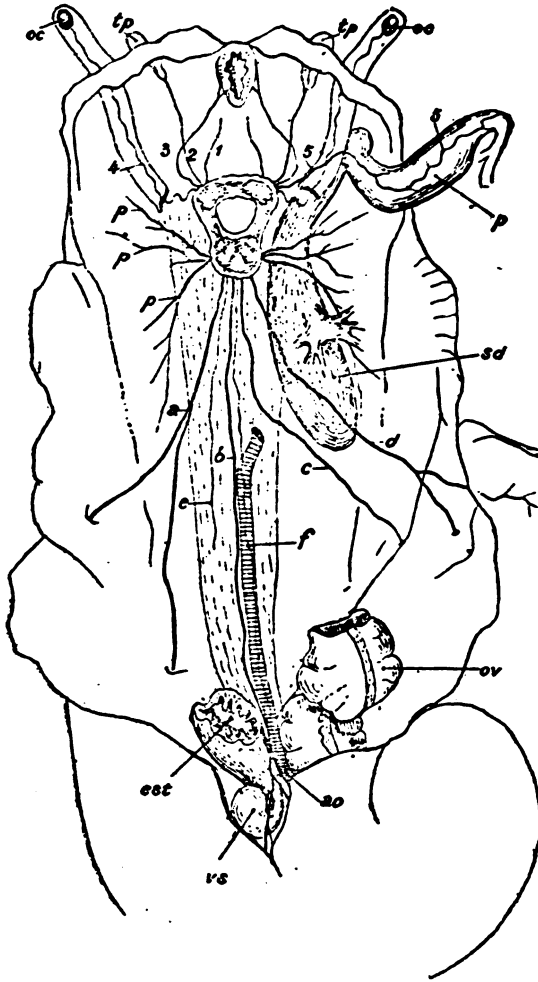


FIG. 108. — *Système nerveux de l'escargot* *.

* On y voit le collier œsophagien avec les nerfs qui en partent. 1, nerfs allant aux ganglions sympathiques; 2, nerfs des tentacules antérieurs, *tp*, ou nerfs olfactifs; 3, nerfs labiaux; 4, nerfs optiques allant à l'œil, *oc*; 5, nerf du pénis; *p*, *p*, nerfs pédieux; *a*, *c*, *d*, *e*, nerfs palléaux; *b*, nerf viscéral; *f*, nerf aortique; *est*, estomac; *ov*, oviducte; *vs*, vésicule séminale; *ao*, aorte. (Girod, *Manipulations Zoologie*).

Digitized by Google

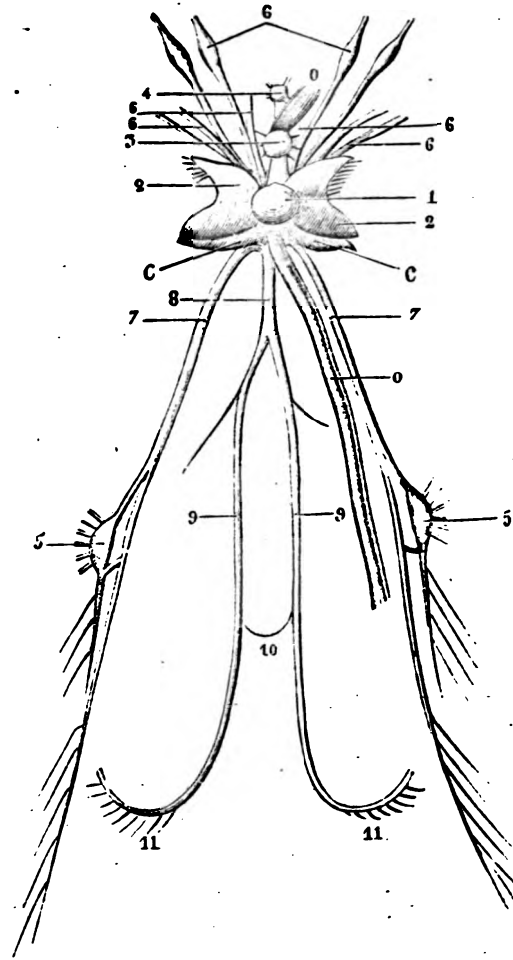


FIG. 109. — *Système nerveux de la seiche* *.

* 1, cerveau ; 2, ganglions optiques ; 3, ganglion sus-pharyngien ; 4, ganglio sous-pharyngien, 5, ganglions étoilés ; 6, nerfs des bras ; 7; nerfs du manteau ; tronc commun des nerfs viscéraux ; 9-10, anse anastomotique ; 11, nerfs des bra chies ; O, œsophage ; C, cartilage céphalique.

Digitized by Google

qu'on s'élève dans la série, le système nerveux des mollusques. Au fur et à mesure que leur organisation se perfectionne, on voit de nouveaux centres ganglionnaires apparaître, les ganglions primordiaux se rapprocher, les commissures qui les unissent se raccourcir, les ganglions cérébraux augmenter de volume. Cette concentration ganglionnaire, qui est le trait distinctif de l'évolution du système nerveux des mollusques, se montre déjà chez les prosobranches (fig. 107), elle s'accentue de plus en plus chez les opisthobranches et chez les pulmonés (fig. 108) et atteint son plus haut degré de développement chez les céphalopodes. Les figures 107, 108 et 109 permettront de suivre facilement la disposition du système nerveux de ces animaux.

Les figures 110 à 114 représentent les formes et le développement graduel du cerveau chez les Mollusques supérieurs. On voit peu à peu les ganglions cérébraux augmenter de volume et se diviser en plusieurs masses plus ou moins distinctes (fig. 110 et 111) comme chez l'escargot. Il en est de même pour la masse sous-œsophagienne constituée par la réunion des ganglions pédieux et viscéraux. Puis le connectif qui réunissait la masse sus-œsophagienne ou cérébrale au groupe sous-œsophagien se raccourcit, comme on le voit, chez le *Zonites algirus* (fig. 112 et 113). Enfin, chez les céphalopodes, la concentration des centres nerveux atteint son maximum. Chez ces animaux, en effet, les trois groupes ganglionnaires fondamentaux se fusionnent plus ou moins complètement en une masse traversée par l'œsophage et contenue, comme le cerveau des poissons, dans un cartilage, *cartilage céphalique* (fig. 114 et 115). La

Digitized by Google

partie sus-œsophagienne, qui représente le cerveau proprement dit, est constituée par une masse médiane

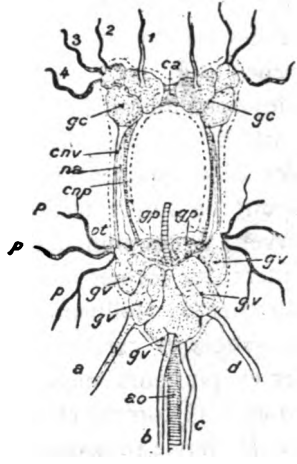


FIG. 110. — *Ganglions nerveux de l'escargot, vus de face* *.

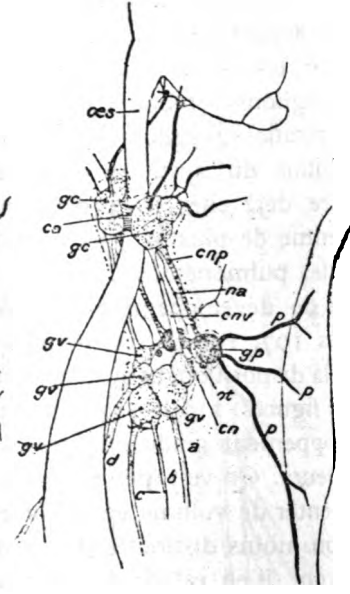


FIG. 111. — *Ganglions nerveux de l'escargot, vus de profil* **.

saillante et par trois lobes latéraux pairs, et possède une structure aussi compliquée que celle du cerveau des Insectes supérieurs. Il présente deux ganglions sensoriels situés en dehors du cartilage céphalique, un ganglion

* *gc*, ganglions cérébraux; *ca*, commissure qui les réunit; *gp*, ganglions pédieux; *gv*, ganglions viscéraux; *cnp*, connectif cérébro-pédieux; *cnv*, connectif cérébro-viscéral; *na*, nerf auditif; *p*, nerfs pédieux; 1, 2, 3, 4, nerfs naissant des ganglions cérébraux; *p*, nerfs pédieux; *a*, *c*, *d*, nerfs palléaux; *b*, nerf viscéral; *ot*, otocyste; *ao*, aorte (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

** *œs*, œsophage. Les autres renvois ont la même signification qu'à la figure 110 (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

Digitized by Google

optique très volumineux et un ganglion olfactif, très petit, logé dans une dépression de la paroi interne du

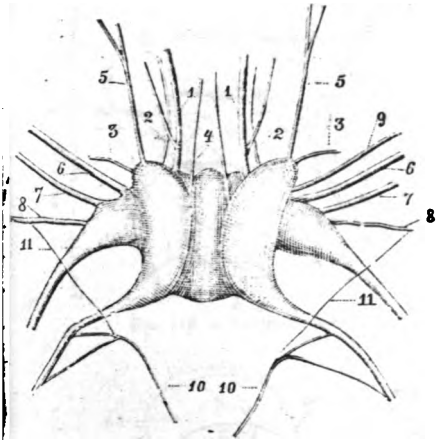


Fig. 112. — *Ganglions cérébraux du Zonites algirus* *.

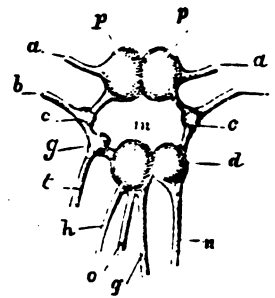


Fig. 113. — *Ganglions sous-œsophagiens du Zonites algirus* **.

précédent. La partie sous-œsophagienne (fig. 115) comprend trois ganglions pairs, un ganglion brachial qui fournit les nerfs des bras, le ganglion pédieux qui donne les nerfs de l'entonnoir et le nerf acoustique, et le ganglion viscéral d'où partent les nerfs du manteau et les nerfs viscéraux. Cette partie œsophagienne ne peut donc

* 1, nerf tentaculaire; 2, nerf optique; 3, nerf acoustique; 4, nerf frontal; 5, nerf labial supérieur; 6, nerf du petit tentacule; 7, nerf labial inférieur; 8, filet qui va au ganglion stomato-gastrique; 9, nerf pénial impair; 10, nerf qui se détache du cordon latéral postérieur; 11, anastomose de ce nerf avec le nerf stomato-gastrique.

** *p*, ganglions pédieux; *a*, cordon latéral antérieur; *b*, cordon latéral postérieur; *c*, ganglion auquel aboutit ce cordon latéral de chaque côté; *d*, ganglion droit d'où part un nerf, *u*, destiné au pneumostome; *m*, ganglion médian d'où sortent trois nerfs : l'un, *o*, qui se rend au coté externe de l'orifice respiratoire; l'autre, *q*, sur l'oviducte; le troisième, *b*, dans le pied avec une branche de l'artère céphalique; *g*, ganglion gauche d'où part un nerf, *t*, qui se rend aux téguments de ce côté.

Digitized by Google

être comparée d'une façon absolue à la moelle allongée

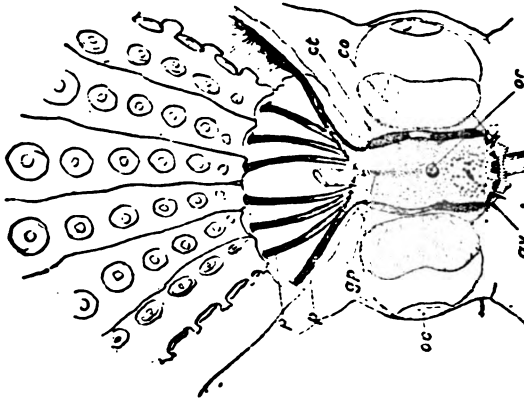


FIG. 115. — *Centres nerveux du poulpe, vue ventrale* **.

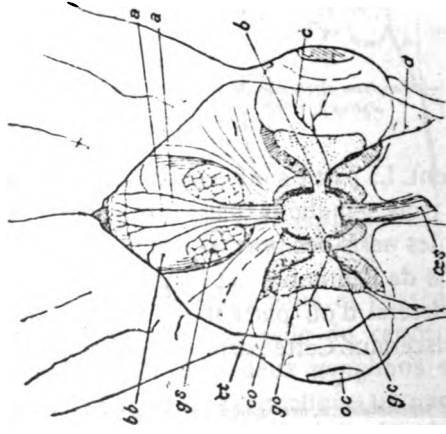


FIG. 114. — *Centres nerveux du poulpe, vue dorsale* *.

des vertébrés. Du reste, il est encore plus difficile, pour

* *ct*, cartilage céphalique ; *gc*, ganglion cérébral ; *b*, nerf optique ; *go*, ganglion optique ; *oc*, œil ; *c*, nerf palpébral ; *co*, cartilage oculaire : *a*, nerfs labiaux ; *gs*, glandes salivaires ; *d*, nerf olfactif ; *œs*, œsophage (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

** *gp*, ganglion pédieux ; *gv*, ganglion viscéral ; *p*, nerfs pédieux ; *or*, aorte (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

Digitized by Google

les mollusques que pour les insectes, d'établir les homologies du cerveau avec celui des vertébrés.

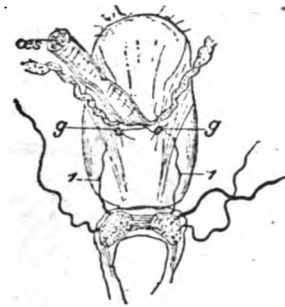


Fig. 116. — *Ganglions sympathiques sus-œsophagiens de l'escargot* *.

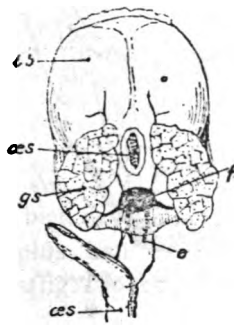


Fig. 117. — *Ganglion sympathique du poulpe* **.

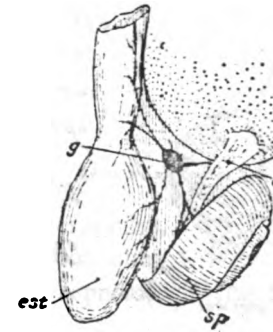


Fig. 118. — *Ganglion stomacal du poulpe* ***.

Le *système nerveux viscéral* ou sympathique, dont les figures 116 à 118 représentent les dispositions chez l'es-

* *g g*, ganglions sympathiques; 1,1, nerfs allant des ganglions cérébraux aux ganglions sympathiques; *œs*, œsophage (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

** *f*, ganglion sympathique; *e*, connectifs le rattachant au cerveau (coupés); *gs*, glandes salivaires; *bb*, bulbe d'où sort l'œsophage (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

*** *g*, ganglion stomacal situé entre l'estomac, *est*, et le cæcum spiral, *sp*; *cb*, canal biliaire (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

Digitized by Google

cargot et le poulpe, a moins d'indépendance chez les mollusques que chez les insectes et a des relations plus étroites avec les ganglions cérébraux.

Les *organes des sens* présentent un haut degré de développement chez les mollusques.

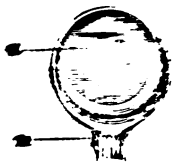


FIG. 119. — *Œil d'helix aspersa* *.

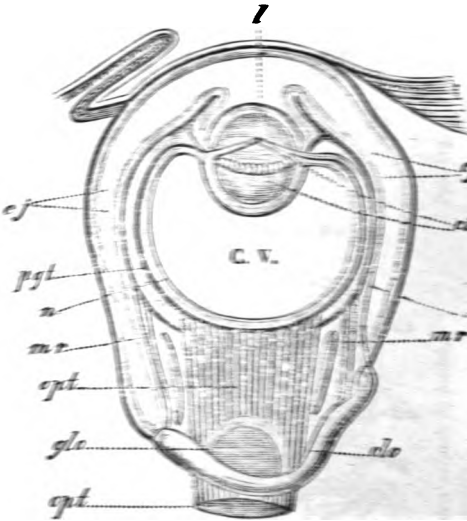


FIG. 120 — *Œil d. helix aspersa* **.

La sensibilité tactile se généralise sur toute la surface du corps; mais elle est spécialement localisée sur certains organes particuliers, appendices ou expansions de la peau, tentacules, bras, bords du manteau, etc.

Les organes de la vision manquent chez les acé-

* *n.*, cristallin; *n.*, nerf optique (Leuckart).

** *ej.*, cartilage orbitaire; *mr.*, muscles oculaires; *c.*, sac conjonctival; *s.*, sclérotique; *pr.*, choroïde; *r.*, rétine; *cil.*, corps ciliaire; *l.*, cristallin; *C. V.*, corps vitré; *opt.*, nerf optique; *gl.*, ganglion du nerf optique (Valentin).

Digitized by Google

phales et sont rudimentaires, quand ils existent, chez les ptéropodes, animaux nocturnes. Les yeux sont presque toujours au nombre de deux et situés dans la région céphalique; cependant, dans l'*oncidie* (à l'exception de l'*oncidie celtique*), on trouve, outre les yeux céphaliques, des yeux sur la région dorsale du manteau.

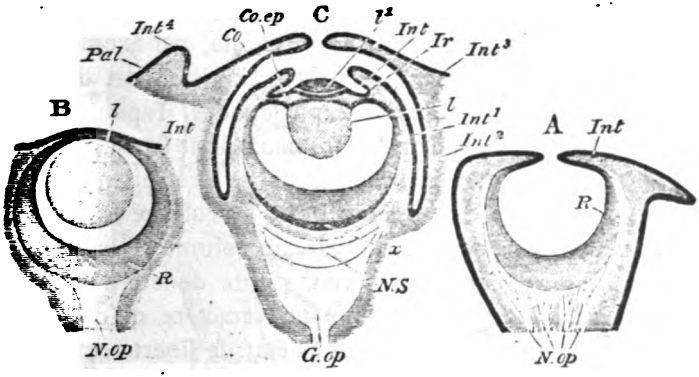


FIG. 121. — *Trois coupes diagrammatiques d'yeux de mollusques* *.

Déjà bien développé chez les hétéropodes, l'œil atteint son plus haut degré d'organisation chez les gastéropodes (fig. 119) et surtout chez les céphalopodes (fig. 120)

* A. *Type le plus simple, œil de nautile.* — Il a la forme d'une vésicule communiquant avec l'extérieur; I*nt*, tégument externe; R, rétine; N.*op*, nerf optique.

B. *Type intermédiaire. Œil de gastéropode.* — L'œil est une vésicule close. Aux parties précédentes s'ajoute un cristallin, *l*.

C. *Type perfectionné. Œil de céphalopode dibranchial.* — On y trouve toutes les parties constituantes d'un œil parfait. P*al*, paupière: Co, cornée; Co.*ep*, épithélium du corps ciliaire; I*r*, iris; I*nt*, I*nt*[3] I*nt*[4], différentes parties du tégument; *l*, cristallin; *l*[1], segment externe du cristallin; R, rétine; N.*op*, nerf optique; G.*op*, ganglion optique; *x*, couche interne de la rétine (bâtonnets); N.S, couche nerveuse de la rétine (Grenacher). Il est à remarquer que dans ces yeux, à l'inverse de ce qui existe chez les vertébrés, la couche de fibres nerveuses de la rétine se trouve *en arrière* de la couche des bâtonnets. Une exception intéressante se rencontre chez certains lamellibranches et chez quelques espèces d'*onchidium* (genre de gastéropodes nus) chez lesquels les relations de la couche des bâtonnets et de la couche des fibres nerveuses sont les mêmes que chez les vertébrés.

Digitized by Google

chez lesquels l'organisation de l'œil est aussi parfaite que chez les vertébrés, dont il se distingue d'ailleurs par des caractères importants et, en particulier, par la situation de la rétine. La figure 121 représente schématiquement les trois types principaux d'œil de mollusques en allant du plus simple, celui du nautile, A, au plus complexe, celui des céphalopodes dibranchiaux, C. Quelques-uns de ces animaux, comme la seiche officinale, par exemple, ont même de véritables paupières. La vision est donc très perfectionnée chez les céphalopodes. Tapis dans leurs repaires, ils guettent les animaux dont ils se nourrissent et, dès qu'ils les ont aperçus, se précipitent sur eux et les saisissent avec leurs bras. Le volume énorme des yeux de ces animaux comparé au volume de la tête, l'expression remarquable et changeante de leur regard impriment à leur physionomie un caractère qu'on ne peut oublier quand on les a vus à l'état de liberté et surtout quand on a pu assister aux combats qu'ils se livrent entre eux ou qu'ils livrent aux animaux dont ils font leur proie.

Les organes de l'ouïe sont formés par des vésicules auditives ou *otocystes*. Ces otocystes sont en général au nombre de deux et situés près des ganglions pédieux (fig. 122); mais le nerf auditif qu'ils reçoivent vient en réalité du ganglion cérébral *(na)*, et chez les hétéropodes ils sont même placés près de ce ganglion. Chez les céphalopodes, ils sont logés dans le cartilage céphalique (fig. 123). Ces otocystes contiennent tantôt un seul otolithe arrondi (fig. 124, *d)*, comme dans la plupart des acéphales et des hétéropodes, tantôt plusieurs otolithes (fig. 125). Chez les céphalopodes on rencontre

Digitized by Google

même des *crètes acoustiques* avec des cellules sensorielles comme chez les vertébrés.

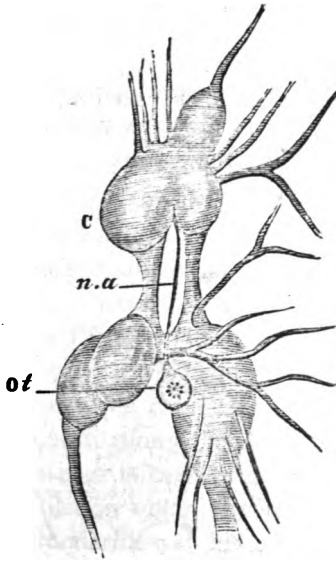


Fig. 122. — *Otocyste de la limace des champs* *.

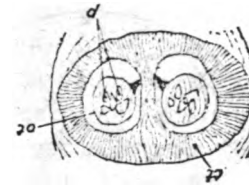


Fig. 123. — *Otocyste de poulpe* **.

La *sensibilité olfactive*, douteuse chez les acéphales, est incontestable chez les mollusques céphalophores, quoique les organes olfactifs ne soient pas encore parfaitement connus chez ces animaux. Il semble que, du moins chez les gastéropodes terrestres, l'odorat doive être localisé dans les tentacules où l'on remarque, en effet, des éléments cellulaires comparables aux *cellules*

* *ot*, otocyste reposant sur le ganglion pédieux ou sous-œsophagien; *na*, nerf auditif venant des ganglions cérébraux, *c* (Lacaze-Duthiers).

** *ct*, cartilage céphalique; *ot*, otocyste; *p*, otolithes (Girod, *Manipulations de Zoologie*).

Digitized by Google

olfactives des vertébrés. Cependant des recherches plus récentes tendraient à placer des organes olfactifs au voisinage des branchies ou vers l'orifice de l'appareil respiratoire *(pneumostome)*; ils seraient au nombre de deux et correspondraient à ce que les anatomistes ont décrit sous le nom d'*organes ciliés*. Chez les céphalopodes les organes de l'odorat seraient constitués par deux fossettes placées sur les côtés de la tête, derrière les yeux.

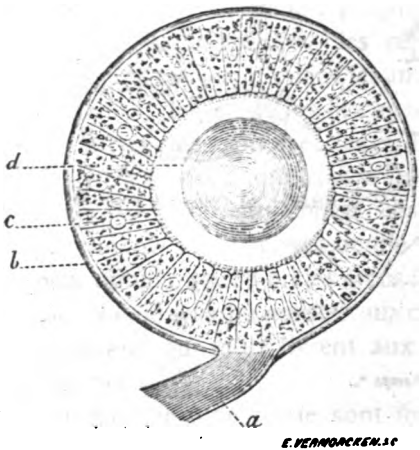


FIG. 124. — *Organe auditif de l'Unio* *.

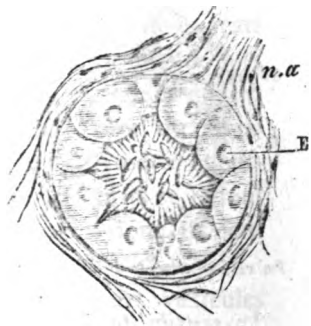


FIG. 125. — *Otocyste de Clausilia nigricans* **.

Les résultats sont moins précis encore pour les *organes du goût;* cependant le choix même qu'ils font parmi les aliments qui se trouvent à leur disposition tend à faire admettre chez eux la sensibilité gustative.

* *a*, nerf auditif; *b*, tunique conjonctive de l'otocyste; *c*, cellules vibratiles; *d*, otolithe (Leydig).

** E, cellules ciliées; *na*, nerf auditif; au centre de l'otocyste se voient des otolithes elliptiques; grossi 500 fois (Lacaze-Duthiers)

Digitized by Google

L'*activité fonctionnelle* des mollusques présente toutes les transitions, depuis l'huître immobile sur le rocher auquel elle est attachée et sur lequel elle attend avec une égale apathie la proie qui doit la nourrir ou l'ennemi qui doit la dévorer, jusqu'au poulpe gigantesque qui combat, avec toute la puissance de sa force musculaire et de son énergie nerveuse, le combat pour l'existence. Aussi les mouvements de ces animaux sont-ils très variables suivant leur genre de vie et suivant leur nourriture.

Le parasitisme, si fréquent chez les autres invertébrés, est une exception chez eux et ne se rencontre guère que dans l'*Entoconcha mirabilis*, gastéropode parasite de la *synapte digitée*. Leur vitalité est considérable et certaines espèces, les carinaires par exemple, peuvent survivre à des mutilations considérables. On observe aussi chez eux, ainsi chez la *harpe ventrue*, ces phénomènes singuliers de mutilation volontaire tels qu'on les rencontre chez les échinodermes et les crustacés. Quand l'animal est dérangé, la partie postérieure du pied se détache sous l'influence d'une contraction de cette partie ; le fragment détaché ne tarde pas, du reste, à se régénérer.

Les moyens de défense des mollusques sont très variés; tandis que les acéphales et beaucoup d'autres espèces inférieures se contentent de rentrer dans leur coquille au moindre ébranlement et au moindre bruit, que d'autres cherchent leur salut dans la fuite, un certain nombre s'entourent d'un nuage opalin (clionides), d'une couche de mucus, d'un liquide coloré (aplysie) ou noir, comme la seiche. La plupart de ces animaux sont crépusculaires ou nocturnes, ou du moins recherchent l'ob-

Digitized by Google

scurité. Le fait peut se constater même chez les espèces privées d'yeux ou chez lesquelles les yeux sont rudimentaires.

Les expériences physiologiques sur le système nerveux des mollusques sont peu nombreuses et n'ont pas donné de résultats bien précis. Vulpian a constaté que les escargots pouvaient survivre un certain temps à l'extirpation des ganglions cérébraux; après cette opération, les mouvements de la respiration et les mouvements du cœur continuent, mais tout mouvement de locomotion a cessé et l'animal reste enfermé dans sa coquille. L'extirpation des ganglions sous-œsophagiens, au contraire, laisse bien subsister aussi les mouvements du cœur et en partie les mouvements respiratoires; mais elle est suivie très rapidement de la mort de l'animal. Klemensiewicz a fait un certain nombre d'expériences sur les céphalopodes. Il a vu l'excitation du milieu du ganglion optique déterminer un froncement de la peau sans mouvements du corps; l'excitation du ganglion cérébral ne produisait rien, ni changement de couleur ni contraction; l'excitation du ganglion pédieux faisait contracter les bras et froncer la peau; celle du ganglion viscéral déterminait des contractions des muscles du manteau et des froncements de la peau de cet organe.

Les *manifestations instinctives* des mollusques sont assez prononcées, sans atteindre cependant le degré d'activité auquel nous les avons vues arriver chez les insectes. Un petit lamellibranche, la *lime bâillante*, se construit avec des matériaux divers, pierres, fragments de coquillages, etc., un véritable nid dans lequel l'animal vient s'abriter. Le poulpe se bâtit avec des pierres une

Digitized by Google

cachette au milieu des rochers, et dans l'aquarium de Naples on a pu observer la façon dont il s'y prenait pour transporter et disposer les fragments de roche qu'il y employait. Les mêmes animaux ont un merveilleux instinct pour retrouver la mer quand ils en sont séparés par de très grandes distances, sans qu'on puisse dire si cette propriété est due à l'odorat ou à un autre sens.

Chez les mollusques supérieurs, opisthobranches, pulmonés, céphalopodes, il y a un véritable accouplement, et l'instinct sexuel est même, comme on le sait, utilisé par les pêcheurs pour la pêche de la seiche officinale ; les mâles sont attirés et capturés, grâce à une femelle que les pêcheurs laissent nager librement en la retenant par une corde. L'accouplement est même précédé, chez les limaçons et les genres voisins, d'une mimique expressive et de préludes amoureux dont on ne s'attendrait guère à trouver le raffinement dans des espèces aussi inférieures, et dont on peut lire les détails ingénus dans Swammerdam qui les observa le premier. Chez ces animaux, la concentration nerveuse est poussée tellement loin pendant le coït qu'on peut leur faire subir les mutilations les plus graves sans le faire cesser.

L'activité psychique des mollusques, sans atteindre peut-être celle des insectes, est cependant remarquable chez les mollusques supérieurs. On constate même chez les espèces inférieures des traces de mémoire et de jugement. Ainsi beaucoup d'espèces qui vivent ordinairement à l'état de liberté s'attachent par un byssus aux rochers quand elles se trouvent dans un courant violent ; les huîtres prises sur des bancs qui sont sou-

Digitized by Google

vent à sec, une fois retirées de l'eau restent hermétiquement fermées, tandis que celles qui proviennent d'eaux profondes et qui ne sont jamais à sec ouvrent leur coquille et ne tardent pas à mourir par perte d'eau. On sait, du reste, qu'on peut habituer les huîtres à rester fermées pour pouvoir les transporter. Dans les espèces supérieures, l'intelligence se révèle surtout dans leurs combats et dans la recherche de leur proie; mais elles paraissent aussi susceptibles d'attachement: les poulpes de l'aquarium de Naples connaissent leur gardien, le distinguent des autres personnes et lui témoignent une certaine affection; mais c'est dans leurs combats que ces animaux sont le plus intéressants à examiner, et il faut lire dans Colmann les péripéties dramatiques de la lutte à mort engagée dans l'aquarium de Naples entre un poulpe et un homard, lutte acharnée qui se termina par la victoire du céphalopode [1]. C'est dans ces luttes qu'on peut juger de l'énergie émotive de ces animaux et que se révèlent à l'observateur toutes les passions qui les agitent et qui leur donnent une place à part dans le monde qu'ils habitent: vigilance, ruse, courage, audace, colère, férocité. C'est qu'aussi l'expression des émotions atteint chez eux une intensité extraordinaire; tout y concourt, les yeux, la couleur de la peau, les mouvements de la respiration, les contractions du corps et des bras, la production même de sons qu'on rencontre chez quelques-uns d'entre eux. Quand l'animal est en colère, ses yeux étincellent, la pupille se dilate et l'iris change de coloration; des teintes sombres passent

[1] Voir Brehm, *les Merveilles de la nature : vers, mollusques*, p. 453.

Digitized by Google

comme des nuages sur la surface du corps ; d'autres fois ce sont des taches foncées qui paraissent sur certains points du corps ; puis une nuance sombre, parure de combat, recouvre toute la peau ; les mouvements respiratoires s'accélèrent, ils deviennent plus profonds et introduisent dans le manteau des masses d'eau qui le gonflent et qui sont ensuite violemment expulsées. Leurs bras s'élancent, se glissent, se contournent, s'enlacent sur l'ennemi, s'y fixent par leurs ventouses, s'en détachent pour le ressaisir ensuite et s'y cramponner de nouveau jusqu'à ce que la lutte soit terminée et presque toujours à l'avantage du terrible céphalopode. On conçoit qu'un tel spectacle, réellement beau dans son horreur, ait inspiré les poètes et que les combats de la pieuvre aient trouvé des interprètes dans les plus grands d'entre eux.

CHAPITRE VIII

TYPE MÉDIAN DORSAL

TUNICIERS. — AMPHIOXUS

Nous arrivons maintenant au *type bilatéral dorsal*, tel qu'on le rencontre chez les vertébrés. Mais, avant d'aborder le système nerveux des vertébrés, je dois m'arrêter un instant sur deux groupes intermédiaires des plus intéressants, les *tuniciers* et l'*amphioxus*.

Digitized by Google

Les *tuniciers*, rangés autrefois parmi les mollusques, en sont tout à fait distincts par leurs caractères organographiques et embryologiques. Considérés par les uns comme les ancêtres des vertébrés, par les autres comme des vertébrés dégénérés, ils occupent une situation à part dans le régne animal. Intermédiaires entre les invertébrés et les vertébrés, ils sont plus rapprochés des seconds que des premiers et, surtout si l'on a égard à leur système nerveux, ils doivent être placés à côté de l'amphioxus et constituer avec lui un groupe distinct.

Ceci ne veut pas dire qu'il faille considérer les tuniciers et l'amphioxus comme les types primitifs qui ont donné naissance au type vertébré ; des raisons de divers ordres tendraient plutôt à faire chercher ce type dans les annélides; mais ce qui est incontestable et ce que je voudrais mettre en lumière ici, c'est l'affinité étroite, c'est la parenté qui existe entre le système nerveux de ces êtres et celui des vertébrés.

Je ne décrirai pas l'organisation des *tuniciers*. Je me contenterai de renvoyer aux deux figures 126 et 127 qui représentent schématiquement les deux classes de cet embranchement, les *ascidies* (fig. 126) et les *salpes* (fig. 127). En recourant à ces figures et à l'explication qui les accompagne, le lecteur aura une idée nette de l'organisation de ces singuliers animaux. Je ne puis m'étendre ici que sur le système nerveux.

Chez les tuniciers, quand ils sont à leur plein développement, le système nerveux est très simple et tout à fait rudimentaire, sauf cependant pour une espèce, l'*Appendicularia*, sur laquelle je reviendrai plus loin. Ce système nerveux est en effet constitué par un ganglion

Digitized by Google

unique, dorsal (fig. 128), assez volumineux, d'où partent les nerfs qui se rendent au sac qui enveloppe l'animal, et à tous ses organes internes. Les *organes des sens* sont aussi peu développés. Les *organes du tact* sont localisés dans les tubercules, dans les replis labiaux qui se trouvent aux orifices d'entrée ou de sortie ou dans de nombreuses cellules épithélio-sensitives disséminées sur la surface du corps. Les *organes visuels* se présentent sous deux formes, sous celle de *taches oculaires* sur les lèvres des orifices

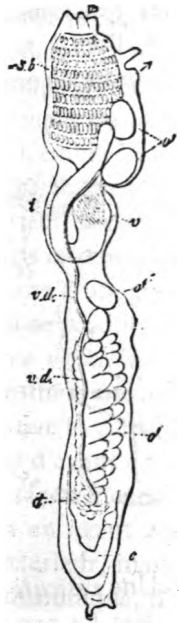


Fig. 126. — *Organisation d'une ascidie*.*

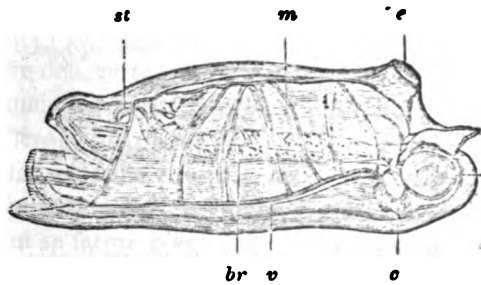


Fig. 127. — *Organisation d'une salpe **.*

du manteau, taches constituées par de simples amas pigmentaires et sous celle d'œil véritable, ayant la structure

* *sb*, sac branchial; *v*, estomac; *i*, extrémité de l'intestin; *c*, cœur; *t*, testicules; *vd*, canal déférent; *o*, ovaire; *o'*, œufs mûrs dans la cavité viscérale. Les deux petites flèches indiquent l'entrée et la sortie de l'eau par les orifices du manteau (Milne Edwards).

** *i*, partie antérieure (orifice d'entrée); *e*, orifice de sortie; *st*, stolon gemmifère ou bourgeon prolifère; *m*, muscles; *br*, branchies; *c*, cœur; *n*, nucléus, formé par la masse des organes digestifs et sexuels; *v*, vaisseau sanguin.

Digitized by Google

de l'œil des vertébrés, tel qu'on le rencontre chez les larves d'ascidies (fig. 132); seulement cet œil s'atrophie dans le cours du développement et on ne le retrouve avec sa structure normale que chez les *pyrosomes*. On remarquera que, chez la larve d'ascidie, l'œil à sa lentille tournée *vers* la cavité du cerveau, comme on peut le

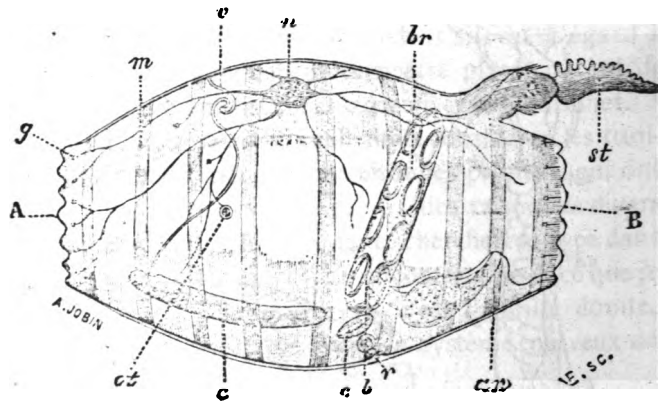


FIG. 128. — *Doliolum (forme sexuée)* *.

voir sur la figure, et non vers l'intérieur. Une *vésicule auditive (a*, fig. 132, *ot*, fig. 128), double chez les pyrosomes, simple et située à gauche du ganglion nerveux chez d'autres espèces, existe chez quelques genres. Une fossette ciliée, située en avant du ganglion et formée par une dépression de la paroi du pharynx représente l'*organe olfactif*. Cet état rudimentaire du système nerveux et des organes sensitifs ne promet pas un bien grand

* A, orifice d'entrée; B, orifice de sortie; *e*, endostyle; *b*, bouche; *an*, anus; *c*, cœur; *n*, *ganglion nerveux*; *ot*, otocyste; *g*, groupes de cellules entourant la terminaison d'un nerf; *v*, organe vibratile; *m*, muscle; *br*, branchies; *st*, stolon proligère; *e*, organe en rosette (Keferstein et Thiers).

Digitized by Google

développement des activités nerveuses et spécialement des manifestations instinctives et psychiques, et, en effet, qu'ils vivent à l'état libre ou à l'état de colonies, il n'y aurait presque rien à en dire au point de vue qui nous occupe ici, si leur développement ne venait modifier complètement cette manière de voir et en faire un des groupes les plus intéressants à étudier.

L'embryon des tuniciers présente au début le type de la *gastrula*, c'est-à-dire d'une sorte de sac ouvert à l'extérieur et composé de deux feuillets (fig. 129, 1). C'est dans cet embryon qu'apparaît le système nerveux sous forme d'une petite dépression de l'ectoderme, dépression qui se produit au côté dorsal et qu'on peut appeler *gouttière médullaire* (fig. 130, *mg*), par comparaison avec la gouttière médullaire des vertébrés; au-dessous d'elle se trouve le canal alimentaire. Cette gouttière s'étend peu à peu d'avant en arrière et en même temps elle se ferme de façon à constituer un tube complet, *tube médullaire*, qui en avant communique encore quelque temps avec l'extérieur, mais qui se ferme bientôt, et qui en arrière communique, d'après Kowalesky, avec le tube intestinal comme chez l'amphioxus et un grand nombre de poissons.

La larve de tunicier, d'ascidie par exemple, a, à cette période, la forme d'un têtard et possède une partie antérieure céphalique renflée et une partie postérieure caudale amincie. La partie du tube nerveux médullaire qui correspond à la partie céphalique est dilatée (fig. 129, m^1), tandis que la partie caudale du tube médullaire est très étroite (fig. 129, m^2). Cependant cette partie présente encore une cavité intérieure,

Digitized by Google

comme on peut s'en assurer sur des coupes transversales (fig. 131, *nc*).

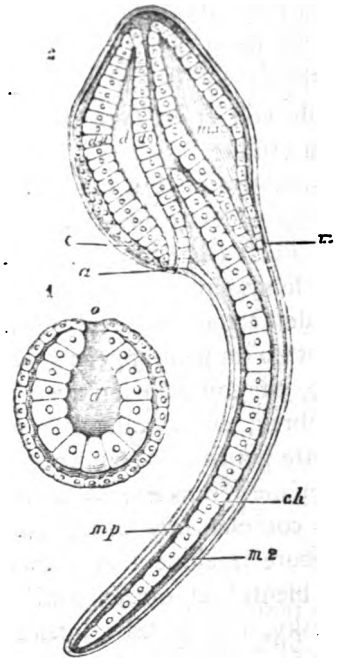


FIG. 129. — *Développement de l'ascidie* *.

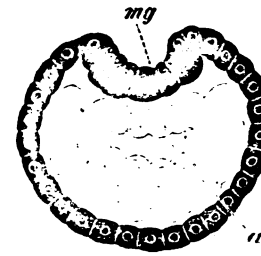


FIG. 130. — *Coupe transversale de la partie antérieure d'un embryon de Phallusia mamillata* **.

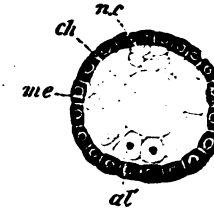


FIG. 131. — *Coupe transversale de la queue d'un embryon de Phallusia mamillata* ***.

* 1. *Gastrula d'ascidie* ou forme primitive de l'embryon. La paroi de l'intestin primitif, *d*, qui s'ouvre en *o* par une bouche primitive est formée de deux couches de cellules, savoir : feuillet intestinal interne *(entoderme)* et feuillet cutané externe *(ectoderme)*, constitues, le premier, par de grandes, le second, par de petites cellules.

2. *Larve libre de l'ascidie*. La corde dorsale, *ch*, sépare le tube médullaire, *m*, et le tube intestinal, *d*; m^1, cavité cérébrale; m^2, tube médullaire; *mp*, lamelle musculaire; *c*, cœlome ou cavité viscérale; *do*, paroi dorsale de l'intestin; *du*, paroi abdominale de l'intestin; *a*, anus (Haeckel).

** *mg*, gouttière médullaire; *al*, cavité digestive (Kowalevsky).

*** *ch*, corde dorsale; *nc*, canal médullaire; *me*, mésoderme; *al*, cordon cellulaire servant probablement à former les globules sanguins (Kowalevsky).

Digitized by Google

Au-dessous du tube médullaire et par conséquent à son côté ventral se voit une formation que nous n'avons pas encore rencontrée jusqu'ici et qui a la plus haute importance embryologique; c'est ce qu'on appelle la *corde dorsale* (fig. 129 et 131, *cb*). Cette corde dorsale, ébauche de la colonne vertébrale des vertébrés, est constituée par une série linéaire de grosses cellules quadrangulaires et va en arrière jusqu'au bout de l'extrémité caudale; mais en avant elle s'arrête un peu en arrière du milieu de la dilatation céphalique du tube médullaire.

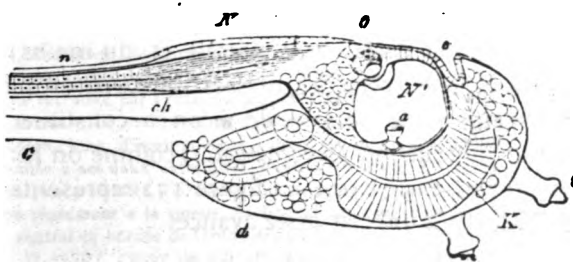


FIG. 132. — *Larve d'ascidie (Ascidia mentula)* *.

Les modifications qui se produisent maintenant dans ce tube médullaire sont les suivantes. La portion antérieure dilatée se divise en trois segments : un antérieur conique, *vésicule cérébrale antérieure* ou sensitive, qui fournit les nerfs de l'œil et des nerfs sensitifs pairs à la partie antérieure du sac branchial; un moyen, sphérique,

* La partie antérieure de la queue est seule représentée ; N', dilatation cérébrale du canal médullaire; N, renflement médullaire de l'axe nerveux; *n*, partie postérieure ou caudale du tube nerveux; *cb*, corde dorsale; K, région branchiale de la cavité digestive; *d*, région œsophagienne et gastrique de la cavité digestive; O, œil avec sa lentille tournée vers la cavite cérébrale; *a*, crête acoustique surmontée d'un otolithe; *o*, bouche; *s*, papille servant à la fixation de l'animal (Kupffer).

Digitized by Google

vésicule cérébrale moyenne, qui supporte l'organe auditif et un organe cilié pédiculé, homologue de l'*hypophyse* des vertébrés; un postérieur allongé, *vésicule cérébrale postérieure*, qui fournit deux nerfs latéraux et se continue avec la partie caudale du tube médullaire. Ces trois vésicules représentent, comme nous le verrons, le cerveau des animaux supérieurs. La partie caudale du tube médullaire se renfle à sa base et présente en outre dans le reste de son trajet un certain nombre de ganglions. Il y a donc là une sorte de segmentation de l'axe nerveux qui rappelle la chaîne ganglionnaire des invertébrés. A cette segmentation de l'axe nerveux correspond du reste la segmentation de la corde dorsale et, du moins chez certaines espèces, celle des masses musculaires qui entourent cette corde dorsale, de façon à constituer des segments musculaires *(myocommata)* comme on les rencontre chez l'*Amphioxus*. La figure 132 représente une larve d'ascidie à un état assez avancé.

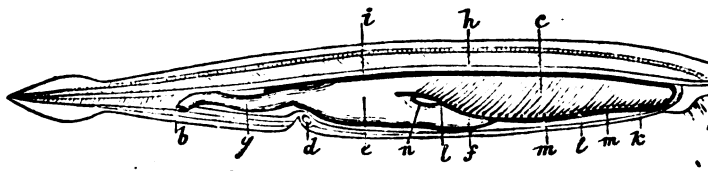


FIG. 133. — *Amphioxus lanceolatus* *.

Cette forme larvaire des tuniciers, qui manque cependant chez certaines espèces, comme la *Molgula*, ne persiste pas à l'état adulte, sauf chez l'*Appendicularia*. Dans

* *a*, bouche garnie de cirres; *b*, anus; *c*, sac branchial; *d*, pore abdominal; *e*, portion renflée du tube digestif; *f*, cæcum hépatique; *g*, portion grêle du tube digestif; *h*, corde dorsale; *i*, aorte; *k*, arc aortique; *l*, vaisseau pharyngien inférieur; *m*, bulbilles des artères branchiales; *n*, tronc veineux sus-hépatique.

Digitized by Google

toutes les autres espèces, comme l'ascidie, la salpe, etc., il se fait une rétrogradation qui aboutit, par une série de tranformations régressives, à la constitution du ganglion unique et du système rudimentaire que je viens de décrire. On dirait vraiment, en étudiant ce développement, la tentative avortée d'un créateur inexpérimenté pour produire un vertébré.

Cet avortement se retrouve, quoique à un moindre degré, dans l'*Amphioxus* (fig. 133 [1]).

A l'état de développement complet, le système nerveux de l'amphioxus est constitué par un simple tube

[1] L'*Amphioxus*, découvert par le naturaliste russe Pallas, qui le prit pour un mollusque et lui donna le nom de *limace lancéolée (Limax lanceolatus)* fut ensuite retrouvé par Costa sur les côtes de Naples. Il vit dans le sable et fait sa nourriture de bacillaires et d'infusoires. Sa peau est irisée, transparente; son corps, long d'environ deux pouces est comprimé latéralement et effilé en pointe à ses deux extrémités, moins cependant l'extrémité céphalique qui est un peu arrondie; il présente une nageoire dorsale et une nageoire ventrale qui se réunissent à la queue. Sa bouche est une fente *longitudinale* située au côté ventral et bordée de tentacules ou cirres, *a*, qui tamisent l'eau au passage; sa cavité, garnie de cils vibratiles mène dans un sac pharyngien qui sert à la fois pour la digestion et la respiration. L'appareil respiratoire est représenté par une sorte de treillage branchial, *c;* les branchies sont couvertes de cils vibratiles. L'eau qui a servi à la respiration est expulsée par un orifice particulier situé en avant de l'anus, *b*, ou *pore abdominal*, *d*, qui sert aussi pour l'expulsion des produits sexuels (ovules ou spermatozoïdes). Il n'y a pas de cœur chez l'Amphioxus; mais de gros troncs vasculaires sont contractiles et représentent des cœurs multiples, disposition qui rappelle celle qu'on trouve chez certains Annélides (Eunice). Le sang est dépourvu de globules rouges. Le système lymphatique par contre est assez développé. Le foie et le rein sont rudimentaires Le pancréas et la rate font défaut. Le squelette est réduit à une *corde dorsale* cartilagineuse constituée par des disques transversaux et *qui va d'une extrémité à l'autre du corps;* il n'y a pas de capsule cartilagineuse crânienne et par conséquent pas de crâne proprement dit. Les muscles latéraux du tronc forment des stries obliques visibles à travers la transparence de la peau. Ces stries correspondent à un certain nombre de segments ou *métamères;* ces métamères ou, comme on les appelle encore chez l'*Amphioxus*, ces *myocommata* sont au nombre de soixante-deux et unis par des ligaments.

Digitized by Google

nerveux, situé au-dessus de la corde dorsale (fig. 134). Ce tube nerveux est un peu dilaté à sa partie antérieure *(ventricule cérébral)*, et cette portion dilatée pourrait seule représenter le cerveau des vertébrés. Mais il est bien difficile de dire exactement quelles sont, dans le

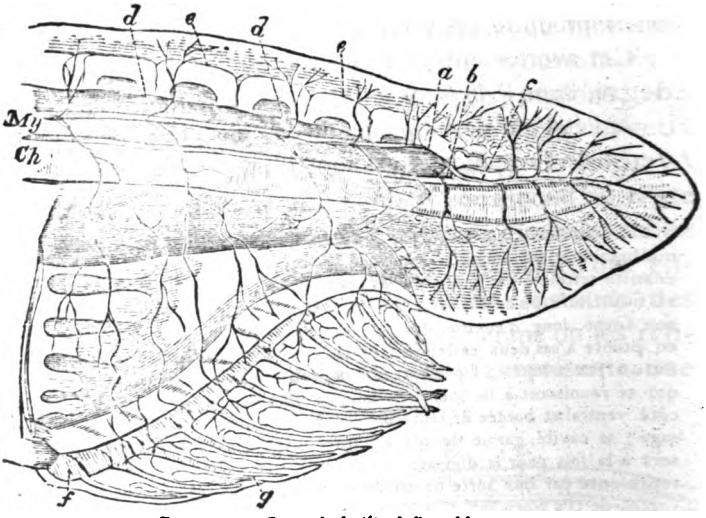


FIG. 134. — *Coupe de la tête de l'amphioxus* *.

cerveau des vertébrés, les parties homologues de ce cerveau plus que rudimentaire et qui à certains points de vue est encore au-dessous du cerveau des larves d'ascidie. En effet les relations avec les nerfs céphaliques — car

* *ch*, corde dorsale ; M. *y*, axe ou tube nerveux ; *a*, dilatation antérieure du tube nerveux à l'extrémité de laquelle se trouve le ventricule olfactif ; *b*, nerf naissant de la partie antéro-ventrale de l'axe nerveux ; *c*, première paire de nerfs (trijumeau ?) ; *d*, nerfs spinaux ; *e*, plaques dorsales ; *f*, *g*, squelette de la bouche ; les parties plus claires et plus foncées représentent les segments musculaires *(myocommata)* et leurs intervalles (Huxley).

Digitized by Google

on peut à peine parler ici de nerfs crâniens — qui pourraient servir à les déterminer, font presque totalement défaut. Ainsi il n'y a qu'un nerf olfactif, situé à gauche, et qui correspond à un petit diverticule *(ventricule olfactif, a)*, de la dilatation antérieure du tube nerveux ou du ventricule cérébral[1]; il n'y a pas de nerf optique, et l'organe qui représente l'œil est placé à la partie antérieure de l'axe nerveux dans les parois mêmes du canal médullaire et constitué par une accumulation discoïde impaire de pigment. Il n'y a pas de vésicule auditive et pas de nerf auditif. Ce cerveau rudimentaire s'étend en arrière jusqu'au quinzième segment du corps. En outre, la corde dorsale qui, chez les vertébrés, comme on le sait, et chez les tuniciers, comme nous venons de le voir, se termine en avant à l'endroit où commence la partie cérébrale du tube médullaire, chez l'amphioxus, s'étend au-dessous de toute la longueur du tube médullaire *(b*, fig. 133; *cb*, fig. 134), semblant ainsi assigner à ce tube tout entier le caractère d'une moelle de vertébré, le rôle du cerveau devant alors être réservé à la partie tout à fait antérieure qui supporte le ventricule olfactif.

Le *développement* du système nerveux de l'amphioxus se fait, comme celui des tuniciers que l'on vient de voir, et comme celui des vertébrés que l'on verra plus loin, aux dépens d'une *gastrula*, par la formation d'une *gouttière* et d'un *tube médullaire*. Cette *gastrula* (fig. 135, 1) que l'on peut comparer avec celle des tuniciers (fig. 129, 1)

[1] Il paraît douteux qu'il y ait chez l'amphioxus un véritable nerf olfactif et un véritable organe olfactif. La fossette qui se trouve à l'extrémité antérieure du tube nerveux central ou médullaire paraît plutôt un orifice, reste de la communication du tube nerveux médullaire avec l'extérieur.

Digitized by Google

communique avec l'extérieur par un orifice *o*, appelé *bouche primitive* ou *blastopore*. A ce moment se forme, aux dépens de l'ectoderme, la *gouttière médullaire*. Elle

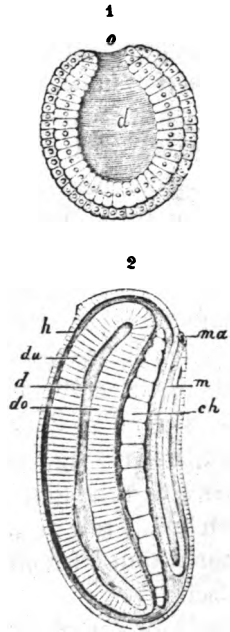


Fig. 135. — *Développement de l'amphioxus* *.

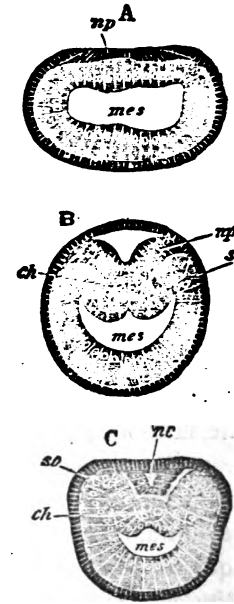


Fig. 136. — *Coupe d'un embryon d'amphioxus à trois périodes de son développement* **.

se forme aux dépens d'une lame *np* (fig. 136), située au-dessus de la cavité intestinale primitive, *mes*, et dont

* 1. *Gastrula de l'amphioxus : o*, blastopore ; *d*, cavité intestinale primitive.

2. *Larve de l'amphioxus : ch*, corde dorsale ; *m*, tube médullaire ; *ma*, son orifice antérieur ; *d*, tube intestinal ; *do*, la paroi dorsale ; *du*, la paroi abdominale ; *b*, lamelle cornée (Haeckel).

** A, période de la gastrula ; B, C, périodes plus avancées ; la corde dorsale est tout à fait formée ; *np*, lame qui formera la gouttière médullaire ; *nc*, tube médullaire ; *mes*, cavité intestinale primitive ; *ch*, corde dorsale (Kowalevsky).

Digitized by Google

la sépare bientôt la corde dorsale, *cb* (fig. 136, B). Cette gouttière se transforme peu à peu en *tube* ou *canal* médullaire (B, C, *nc)* par la soudure de ces deux lames, soudure qui se fait peu à peu d'arrière en avant. Mais ce canal reste encore ouvert en avant et communique avec l'extérieur par un orifice, *ma* (fig. 136). Pendant les premiers stades de son développement il communique aussi en arrière avec le canal intestinal ; mais cette communication s'oblitère bientôt et les deux tubes nerveux et intestinal représentent alors deux tubes indépendants, séparés par la corde dorsale (fig. 135, 2). Bientôt l'orifice *ma* se ferme à son tour et le tube nerveux se trouve complètement isolé de l'extérieur.

On verra plus loin que les traits essentiels du développement du système nerveux de l'amphioxus se retrouvent chez les vertébrés.

Avant de passer au système nerveux des vertébrés, je signalerai un fait qui peut avoir son importance au point de vue de l'évolution du système nerveux; c'est que, chez certains annélides, tels que le *Polygordius*, la *clepsine*, etc., on a constaté dans le cours du développement l'existence d'une gouttière et d'un tube médullaire. Il en serait de même chez quelques insectes. Il y a là un rapprochement intéressant entre les vertébrés et les invertébrés, et le temps n'est pas loin peut-être où l'hiatus qui existe encore entre ces deux catégories d'êtres et qui paraissait infranchissable se comblera peu à peu et où nous pourrons suivre d'une façon certaine et irréfutable tous les degrés intermédiaires entre les deux types.

Digitized by Google

CHAPITRE IX

VERTÉBRÉS

DÉVELOPPEMENT DES CENTRES NERVEUX. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES CENTRES NERVEUX DES VERTÉBRÉS

Les centres nerveux des vertébrés sont construits sur un plan beaucoup plus uniforme que celui des invertébrés. Ces centres nerveux se perfectionnent et se compliquent depuis les vertébrés inférieurs jusqu'à l'homme et nous étudierons rapidement ces diverses formes qui nous permettront de mieux saisir le plan de l'organisation des centres nerveux et surtout de l'encéphale de l'homme.

Je commencerai par décrire à grands traits le développement des centres nerveux chez les vertébrés. Ce développement se fait d'après un plan fondamental identique à celui qui a déjà été décrit chez les tuniciers et l'amphioxus. Sur la *lame médullaire* de l'embryon se forme une gouttière, *gouttière médullaire* (fig. 137, *mg)* qui peu à peu se transforme en un tube, *tube* ou *canal médullaire* (fig. 138, *nc)*. Ce canal médullaire est dilaté en avant dans sa partie céphalique *(cavité cérébrale* ou *ventriculaire)* et se divise bientôt, grâce à deux étranglements, en trois dilatations ou *vésicules* cérébrales (fig. 139), une antérieure, *cerveau antérieur*, *a*, une moyenne, *cerveau moyen*, *b*, une postérieure, *cerveau postérieur*, *c;* la partie

Digitized by Google

restante du tube médullaire postérieure aux vésicules cérébrales constitue la moelle. Bientôt ces trois vésicules cérébrales se divisent à leur tour.

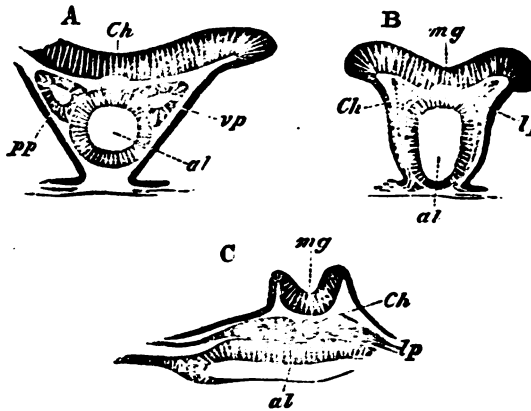


FIG. 137. — *Trois coupes d'un embryon de Pristiurus* *.

La vésicule cérébrale postérieure (fig. 140) se divise en *cerveau postérieur proprement dit* ou *cervelet, d,* et *arrière-cerveau* ou *moelle allongée, f.* La vésicule cérébrale moyenne reste indivise, *c,* et constitue les *lobes optiques* ou *tubercules quadrijumeaux;* la vésicule cérébrale antérieure forme le *cerveau intermédiaire, b,* et le *cerveau antérieur, a,* ou *hémisphères cérébraux.* Le tableau suivant donne les parties cérébrales provenant de chacun de ces segments du cerveau primitif et permettra de s'orienter dans la description des principaux types de cerveau des vertébrés (voir aussi les figures 141 à 146).

* A, coupe dans la région céphalique ; B, coupe dans la partie postérieure de la région céphalique ; C, coupe du tronc ; *ch*, corde dorsale ; *mg*, gouttière médullaire ; *al*, cavité digestive ; *lp*, plaque latérale du mésoderme ; *pp*, cavité générale du corps *vp*, plaque vertébrale (Balfour).

Digitized by Google

A. CERVEAU POSTÉRIEUR	1° *Arrière-cerveau.* Moelle allongée; quatrième ventricule. 2° *Cerveau postérieur.* Cervelet et protubérance; partie antérieure du quatrième ventricule.
B. CERVEAU MOYEN	3° *Cerveau moyen.* Tubercules quadrijumeaux, pédoncules cérébelleux supérieurs, pédoncules cérébraux; aqueduc de Sylvius.
C. CERVEAU ANTÉRIEUR	4° *Cerveau intermédiaire.* Couches optiques; glande pinéale; tubercules mamillaires; *tuber cinereum* et tige pituitaire; hypophyse, troisième ventricule. 5° *Cerveau antérieur.* Hémisphères cérébraux, corps strié, corps calleux; ventricules latéraux.

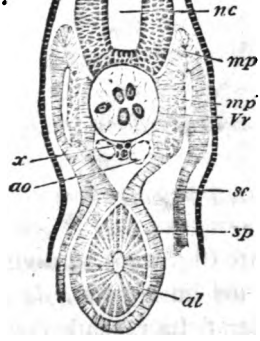


FIG. 138. — *Coupe transversale du tronc d'un embryon de Pristiurus (Sélacien) un peu plus âgé que celui de la figure 137* *.

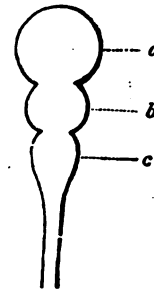


FIG. 139. — *Les trois vésicules cérébrales primitives* **.

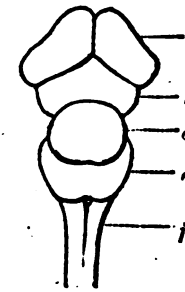


FIG. 140. — *Subdivision des trois vésicules cérébrales primitives****.

La figure 141 représente une vue latérale schématique des trois divisions primitives du cerveau embryonnaire et des cinq segments de ce cerveau. On y voit en

* *nc*, canal neural; *pr*, racine postérieure d'un nerf spinal; *x*, corde dorsale et tige située au-dessous d'elle; *ao*, aorte; *sc*, mésoderme somatique; *sp*, mésoderme splanchnique; *mp*, plaque musculaire; *mp'*, muscle; *vr*, corps vertébraux futurs; *al*, cavité digestive (Balfour).

** *a*, vésicule antérieure; *b*, vésicule moyenne; *c*, vésicule postérieure (Huguenin).

*** *a*, cerveau antérieur; *b*, cerveau intermédiaire; *c*, cerveau moyen; *d*, cerveau postérieur; *f*, arrière-cerveau (Huguenin).

Digitized by Google

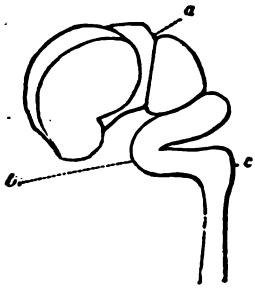


FIG. 141. — *Les cinq segments du cerveau embryonnaire* *.

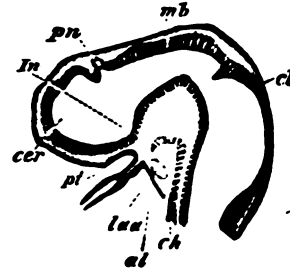


FIG. 142. — *Coupe longitudinale de l'encéphale d'un jeune embryon de Pristiurus* **.

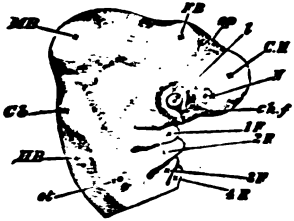


FIG. 143. — *Vue de profil de la tête d'un embryon de poulet du 3e jour* ***.

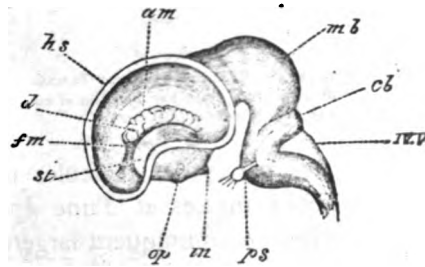


FIG. 144. — *Vue latérale de l'encéphale d'un embryon de veau* ****.

* *a*, angle d'inflexion crânienne; *b*, angle d'inflexion de la protubérance; *c*, angle d'inflexion de la nuque (Huguenin).

** *cer*, rudiment de l'hémisphère cérébral; *pn*, glande pinéale; In, infundibulum; *pt*, involution orale destinée à former le corps pituitaire; *mb*, cerveau moyen; *cb*, cervelet; *ch*, corde dorsale; *al*, tube digestif; *las*, artère de l'arc mandibulaire (Balfour).

*** C.H, hémisphères cérébraux; FB, vésicule du troisième ventricule; MB, cerveau moyen; Cb, cervelet; HB, moelle allongée; N, fossette nasale; *ot*, vésicule auditive à l'état de fossette dont l'orifice n'est pas encore fermé; *op*, vésicule optique avec le cristallin, *l*, et la fente choroïdienne, *ch.f*; 1, 2, 3, 4 F, arcs viscéraux avec les fentes viscérales intermédiaires (Balfour).

**** On a enlevé la paroi interne de l'hémisphère pour laisser voir l'intérieur du ventricule latéral gauche; *hs*, paroi sectionnée de l'hémisphère; *st*, corps strié; *am*, corne d'Ammon; *d*, plexus choroïdien du ventricule latéral; *fm*, trou de Monro; *op*, nerf optique; *in*, infundibulum; *mb*, cerveau moyen; *cb*, cervelet; IV.V, voûte du quatrième ventricule; *ps*, pont de Varole à côté duquel se trouve le nerf de la cinquième paire avec le ganglion de Gasser (Mikalkowics).

Digitized by Google

même temps les inflexions du cerveau embryonnaire. Les figures 142 à 146 montrent que cette disposition du cerveau embryonnaire se retrouve dans les différents groupes de vertébrés.

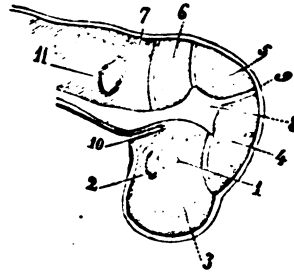


FIG. 145. — *Crâne d'un embryon humain de 4 semaines coupé par le milieu et vu par sa face interne (Kölliker)* *.

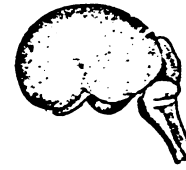


FIG. 146. — *Cerveau d'embryon humain de la 13e semaine (Edinger).*

Les parois des vésicules cérébrales primitives sont d'abord minces et d'une épaisseur uniforme et leurs cavités communiquent largement entre elles; puis peu à peu certaines parties de ces parois s'épaisissent et se développent tandis que les autres restent en arrière et peuvent même quelquefois conserver l'état embryonnaire; il en résulte des changements de forme extérieure des différents segments cérébraux auxquels correspondent des variations dans la forme et le calibre des cavités ventriculaires primitives. Ces changements seront étudiés plus loin dans les diverses classes des vertébrés.

Je noterai ici que, dans la moelle des vertébrés, la sub-

* 1, vésicule oculaire; 2, nerf optique aplati; 3, cerveau antérieur; 4, cerveau intermédiaire; 5, cerveau moyen; 6, cerveau postérieur; 7, arrière-cerveau; 8, partie antérieure de la tente du cervelet; 9, sa partie latérale située à ce moment entre le cerveau intermédiaire et le cerveau moyen; 10, repli en cul-de-sac de la cavité pharyngienne; 11, vésicule auditive.

Digitized by Google

stance grise est centrale, la substance blanche périphérique, ce dont il est facile de s'assurer sur des coupes transversales (fig. 147); il faut noter qu'un rapport in-

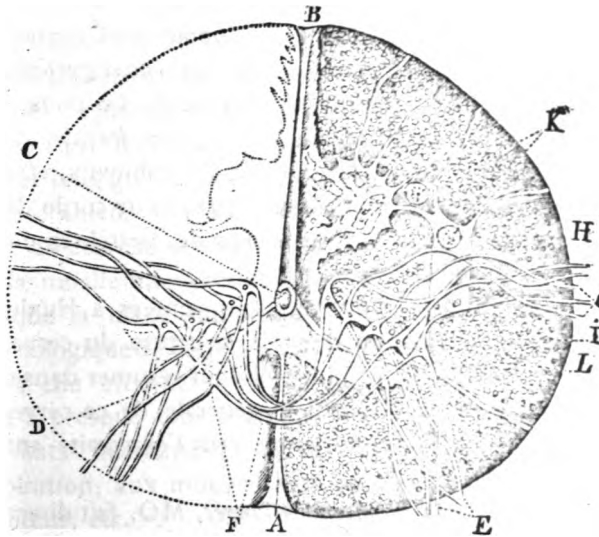


FIG. 147. — *Coupe de la moelle d'un saumon* *.

verse existe dans les ganglions de la chaîne nerveuse des invertébrés qui représentent la moelle épinière; dans ces ganglions, en effet, les cellules ganglionnaires se trouvent à la périphérie.

Les centres nerveux des vertébrés sont entourés de

* A, sillon antérieur de la moelle; B, sillon postérieur; C, canal central de la moelle; D, tissu cellulaire qui entoure le canal central et qui envoie un prolongement dans les sillons antérieurs et postérieurs de la moelle; E, racines antérieures des nerfs rachidiens; F, fibres constituant la commissure de la moelle; G, fibres des racines postérieures; H, tissu cellulaire; I, fibres nerveuses de la substance blanche coupées transversalement; K, vaisseaux sanguins coupés en travers; L, cellules nerveuses ganglionnaires; on voit que ces cellules sont à la partie centrale de la moelle et les fibres nerveuses L à la périphérie (Owsjannikov).

Digitized by Google

trois gaines membraneuses, une interne, vasculaire, *pie-mère*, qui entoure immédiatement l'axe nerveux et envoie des prolongements dans ses cavités, une moyenne, séreuse, *arachnoïde*, et une externe, fibreuse ou *dure-mère*. Les centres nerveux et leurs enveloppes sont contenus dans un canal cartilagineux ou osseux, *canal vertébral*, qui constitue l'axe même du squelette. Le point de départ de ce canal est formé par la *corde dorsale*, déjà décrite à propos des tuniciers et de l'Amphioxus, et qui est située au dessous de l'axe nerveux. Cette corde dorsale constituera plus tard les corps des vertèbres dont la réunion forme la *colonne vertébrale*.

Les deux figures suivantes, empruntées à Huxley, représentent schématiquement la structure du cerveau chez les vertébrés. Je les utiliserai pour résumer dans ses traits principaux la disposition générale de ce cerveau en allant des parties postérieures vers l'extrémité antérieure.

L'*arrière-cerveau* ou *moelle allongée*, MO, fait directement suite à la moelle et répond à ce qu'on appelle le *bulbe rachidien* du cerveau humain[1]. C'est à ce niveau que le *canal central* de la moelle, en se dilatant brusquement constitue le *quatrième ventricule*, *b*, mis à découvert en arrière par l'écartement des cordons postérieurs de la moelle et recouvert uniquement par une mince lamelle membraneuse.

Le *cerveau postérieur* présente à sa partie dorsale le *cervelet*, *cb*, à sa partie ventrale, la *protubérance* ou *pont*

1 On comprend souvent sous le nom de moelle allongée à la fois le bulbe et la protubérance.

Digitized by Google

de Varole, PV. Entre les deux se trouve la partie antérieure du quatrième ventricule, *b*, qui se trouve fermé en arrière par l'adhérence du cervelet à la lamelle membraneuse mentionnée plus haut (voir la figure 149). Il est à remarquer que la plus grande partie des nerfs crâniens V à XII naissent du cerveau postérieur et de la moelle allongée, ce qui indique la haute importance physiologique de cette région. C'est elle en effet qui préside à presque tous les mouvements involontaires, à la respiration, aux mouvements du cœur, etc.

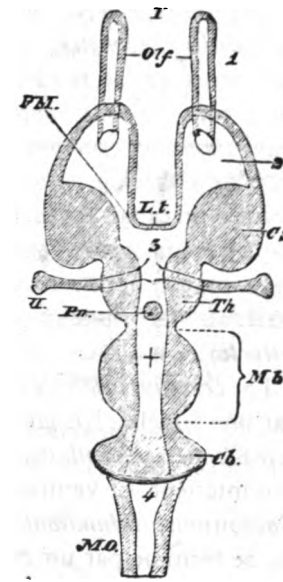


FIG. 148. — *Coupe schématique horizontale d'un cerveau de vertébré* *.

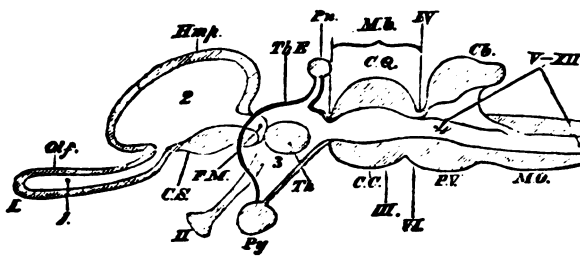


FIG. 149. — *Coupe schématique verticale et antéro-postérieure d'un cerveau de vertébré* *.

* (Les indications s'appliquent aussi à la figure 149). Mb, cerveau moyen. Tout ce qui est en avant appartient au cerveau antérieur, tout ce qui est en arrière, au cerveau postérieur; Lt, lame terminale : Olf, lobes olfactifs; Hmp, hémisphères; ThE, cerveau intermédiaire *(thalamencéphale)*; Pn, glande pinéale; Py, corps pitui-

Digitized by Google

Le *cerveau moyen*, M*b*, est constitué, en bas, par les *pédoncules cérébraux*, *cc*, par lesquels passent les fibres nerveuses qui se rendent de la moelle au cerveau, en haut par les *lobes optiques (tubercules bijumeaux* ou *quadrijumeaux*, suivant qu'ils présentent deux ou quatre saillies), CQ[1]. Le cerveau moyen est creusé d'arrière en avant d'un canal, *aqueduc de Sylvius*, +, qui fait communiquer le quatrième ventricule avec le troisième. Le cerveau moyen donne naissance à deux nerfs moteurs de l'œil, au nerf moteur oculaire commun, III, et au nerf *pathétique*, IV.

Le *cerveau intermédiaire*, T*b*E, est limité en avant par une lamelle, L*t*, *lame terminale*, qui ferme en avant le *troisième ventricule* ou *ventricule moyen*, 3, creusé dans son intérieur. Ce ventricule se prolonge en bas en forme d'entonnoir, *infundibulum*, dont l'extrémité en cul-de-sac se termine par un corps particulier, *corps pituitaire* ou *hypophyse*, P*y*, qui se compose de deux parties, une partie antérieure, prolongement de l'infundibulum *(lobus infundibuli)*, une partie postérieure, glandulaire, qui provient de l'épithélium de la muqueuse pharyngienne (fig. 150). La partie supérieure du cerveau intermédiaire, *toit du ventricule moyen*, présente l'ouverture de ce ventricule fermée par une mince lamelle membraneuse.

[1] Il ne faut pas confondre les *lobes optiques* avec les *couches optiques* dont il sera parlé plus loin et qui appartiennent au cerveau intermédiaire.

taire; FM, trou de Monro; CS, corps strié; T*b*, couche optique; CQ, tubercules quadrijumeaux; CC, pédoncules cérébraux; C*b*, cervelet; PV, pont de Varole; MO, moelle allongée; I, nerf olfactif; II, nerf optique; III, point de sortie du nerf moteur oculaire commun; IV, point de sortie du nerf moteur oculaire pathétique; V-XII, origine des autres nerfs crâniens; 1, ventricule olfactif; 2, ventricules latéraux; 3, troisième ventricule; 4, quatrième ventricule; +, aqueduc de Sylvius.

Digitized by Google

En arrière cette paroi donne naissance à un organe particulier, *glande pinéale* ou *épiphyse*, P*n*, qui présente le plus grand intérêt au point de vue du développement. Cette glande pinéale en effet n'est autre chose que le reste d'un *organe visuel, impair, médian (œil pinéal)*, qui se développe aux dépens du cerveau intermédiaire. Cet œil médian est situé originairement sous la peau et reste en connexion par le *trou pariétal* du crâne avec le cerveau intermédiaire; état qui persiste chez quelques vertébrés (sauriens).

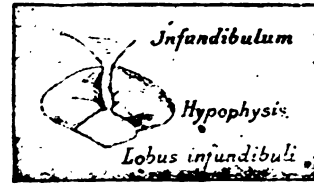


FIG. 150. — *Hypophyse vue par sa partie postérieure* (Schwalbe).

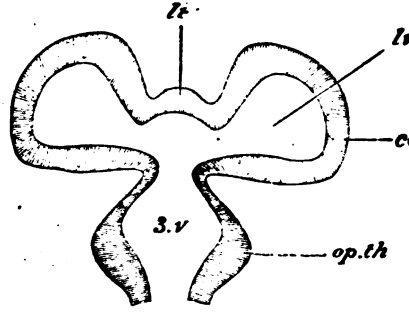


FIG. 151. — *Diagramme d'une coupe longitudinale et horizontale du cerveau antérieur* *.

Mais chez la plupart des vertébrés cette connexion ne persiste pas. La glande pinéale forme la limite du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen. Les par-

* *3.v*, troisième ventricule; *lv*, *ventricule latéral*; *lt*, lame terminale; *ce*, hémisphère cérébral; *op.th*, couche optique (Balfour).

Digitized by Google

ties latérales du cerveau intermédiaire s'épaississent et constituent les *couches optiques*, T*b*, qui limitent latéralement le ventricule moyen. Le ventricule moyen, 3, communique en arrière par l'aqueduc de Sylvius avec le quatrième ventricule, en avant par les *trous de Monro*, FM, avec les ventricules latéraux, 2. Une lamelle, *commissure grise*, va transversalement d'une couche optique à l'autre en traversant le ventricule moyen. Une autre commissure, *commissure blanche postérieure*, réunit les parties postérieures des deux couches optiques. C'est de cette partie du cerveau qu'émergent les *nerfs optiques*, II.

Le *cerveau antérieur* est divisé en deux moitiés, *hémisphères cérébraux*, H*mp*, séparés par un sillon antéro-postérieur (fig. 148). La cavité ventriculaire originaire de la vésicule cérébrale antérieure se trouve donc alors divisée en deux cavités secondaires, *ventricules latéraux*, 2, qui communiquent par les *trous de Monro*, FM, avec le ventricule moyen. Ces hémisphères cérébraux sont constitués par deux parties, une *partie basilaire*, CS, et une *partie corticale*, *manteau*, H*mp*. La partie basilaire forme une saillie dans la cavité du ventricule latéral en constituant un gros ganglion, le *corps strié*, CS, qui s'attache à la partie antérieure et externe de la couche optique (fig. 149). Les deux corps striés sont réunis par une commissure blanche, *commissure antérieure*. Le *manteau* ou partie *corticale des hémisphères* dont le développement est très variable dans les différentes classes de vertébrés, comme on le verra par la suite, forme, chez les vertébrés supérieurs, la grande masse des hémisphères cérébraux. Mais il reste toujours certaines régions dans lesquelles elle se réduit à une mince lamelle ; c'est ce

Digitized by Google

qui arrive par exemple à la face interne des hémisphères où ces deux lamelles accolées constituent ce qu'on appelle la *cloison transparente (septum lucidum)*, entre les deux lames de laquelle se trouve une cavité étroite ou *cinquième ventricule*. La partie antérieure et médiane du cerveau antérieur, dans la région qui correspond à la lame terminale, *Lt*, présente des fibres verticales qui se rendent en bas, dans le plancher du troisième ventricule *(infundibulum)*, en constituant deux cordons qui aboutissent, quand elles existent, à deux petites saillies situées en arrière de l'infundibulum *(tubercules mamillaires)*; ces cordons sont connus sous le nom de *piliers antérieurs de la voûte*; en haut, ces cordons s'aplatissent, passent au-dessus du trou de Monro de chaque côté et se portent en arrière en s'unissant et en constituant une lamelle triangulaire, *fornix*, *trigone cérébral*, *voûte*, qui recouvre le troisième ventricule et dont les prolongements postérieurs, *piliers postérieurs de la voûte*, se perdent dans la paroi latérale des hémisphères.

Les deux hémisphères peuvent être réunis par une commissure transversale, *corps calleux*, qui n'est bien développée que chez les vertébrés supérieurs. La partie inférieure du corps calleux est séparée en avant par le *septum lucidum* de la partie supérieure de la voûte.

Au cerveau antérieur se rattachent les *lobes olfactifs*, *Olf*, creusés d'une cavité, *ventricule olfactif*, 1, qui communique avec les ventricules latéraux.

Les différentes cavités ventriculaires sont occupées par des prolongements de la pie-mère qui pénètrent dans leur intérieur.

Ce type général étant connu, nous allons maintenant

Digitized by Google

étudier les diverses formes des centres nerveux, dans les différentes classes des vertébrés.

CHAPITRE X

VERTÉBRÉS

— Suite —

POISSONS

Pour trouver, chez les poissons, les centres nerveux à leur degré le plus simple de développement, il faut s'adresser à l'*ammocète* ou à la larve de lamproie *(cyclostomes)*.

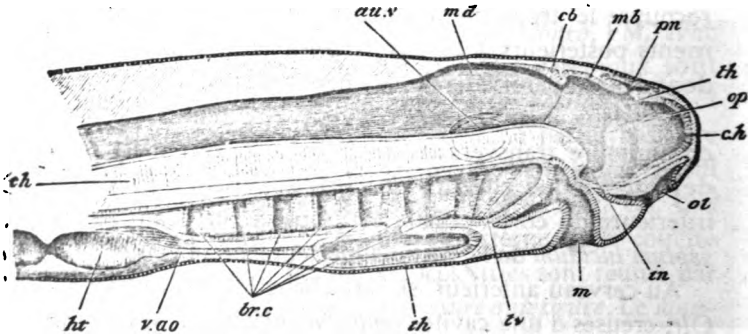


FIG. 152. — *Coupe longitudinale et verticale d'une larve de lamproie* *.

* *cb*, hémisphère cérébral ; *th*, couche optique ; *in*, infundibulum ; *pn*, glande pinéale ; *mb*, cerveau moyen ; *cb*, cervelet ; *md*, moelle allongée ; *au.v*, vésicule auditive ; *op*, vésicule optique ; *ol*, fossette olfactive ; *m*, bouche ; *br.c*, poches branchiales ; *th*, involution thyroïde ; *ht*, cœur ; *v.ao*, aorte ventrale ; *ch*, corde dorsale ; *tv*, voile ou cloison partielle entre la cavité buccale et l'intestin. Les vésicules optique et auditive sont supposées vues à travers les tissus (Balfour).

Digitized by Google

La *moelle*, très simple, transparente, présente des racines ventrales motrices et des racines dorsales sensitives, très fines, alternant avec les précédentes.

La *corde dorsale* (*cb*, fig. 152), au lieu d'aller, comme chez l'amphioxus, jusqu'à l'extrémité de l'embryon (fig. 134), s'arrête au niveau du cerveau moyen.

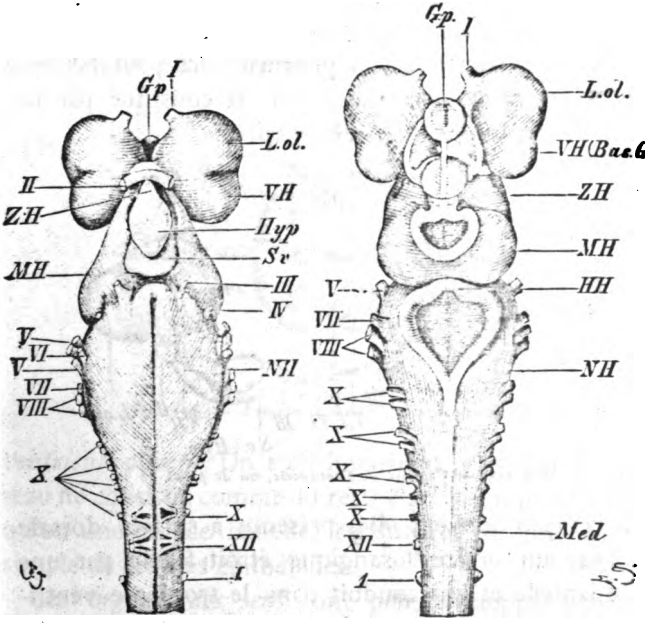


FIG. 153. — *Cerveau d'ammocète, vu du côté ventral* *.

FIG. 154. — *Cerveau d'ammocète, vu du côté dorsal* **.

* VH, cerveau antérieur; L.*ol*, lobe olfactif; ZH, cerveau intermédiaire; G*p*; glande pinéale; H*yp*, hypophyse; S*v*, sac vasculaire; MH, cerveau moyen; HH, cerveau postérieur; NH, arrière-cerveau ; M*ed*, Moelle ; I-XII, premières à douzièmes paires nerveuses (Wiedersheim). — *Nota*. Dans toutes les figures empruntées à Wiedersheim, les différentes parties du cerveau ont les mêmes notations.

** Mêmes indications que pour la figure 153. B*as*G, ganglions de la base du cerveau antérieur (Wiedersheim).

Digitized by Google

Le *cerveau* présente les caractères suivants, bien visibles sur les figures 153 à 155.

L'arrière cerveau ou moelle allongée, NH, constitue à peu près la moitié de la longueur du cerveau total. L'ouverture ovalaire du quatrième ventricule ou *fosse rhomboïdale* (fig. 154) est fermée par une mince lamelle de substance médullaire recouverte par un corps énigmatique qui a été diversement interprété, mais qui n'est qu'une dépendance de la pie-mère. La protubérance manque et le cerveau postérieur est constitué par un cervelet, HH, tout à fait rudimentaire.

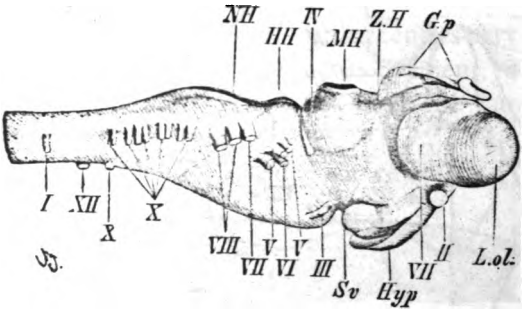


Fig. 155. — *Cerveau de l'ammocète, vu de profil* *.

Le cerveau moyen, MH, présente à sa face dorsale fig. 154) un orifice losangique étroit fermé par une mince lamelle et qui conduit dans le troisième ventricule.

Le cerveau intermédiaire, ZH, est séparé du cerveau moyen par un étranglement (fig. 155). On y voit à la face dorsale, la glande pinéale, *Gp*, avec son pédicule, à la face ventrale, l'hypophyse, *Hyp*, et en arrière de l'hypo-

* Mêmes indications que pour les figures 153 et 154 (Wiedersheim).

Digitized by Google

physe, un organe vésiculaire rougeâtre qui communique avec la cavité de l'infundibulum et par lui avec le troisième ventricule ; c'est le *sac vasculaire (saccus vasculosus), sv.*

Le cerveau antérieur, VH, est bilobé, et chaque lobe se continue avec un lobe olfactif bien développé, L.*ol.* Les lobes cérébraux sont creusés d'une cavité qui représente les ventricules latéraux et qui communique par une étroite ouverture avec la cavité du lobe olfactif,

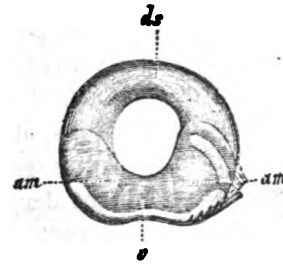


Fig. 156. — *Labyrinthe membraneux de myxine* *.

ventricule olfactif. Un trait important, c'est que le manteau ne consiste, comme du reste chez la lamproie adulte, qu'en une mince lamelle, constituée par une couche simple de cellules épithéliales.

Les *organes des sens* sont peu développés chez les cyclostomes, à l'exception de l'odorat. Les yeux sont toujours pairs, mais ils peuvent être rudimentaires, comme chez l'ammocète et la myxine, chez lesquels ils sont enfermés sous la peau.

L'*organe auditif*, contenu dans une capsule cartilagi-

* *v* vestibule ; *am*, ampoules ; *ds*, canal demi-circulaire (Nuhn)

Digitized by Google

neuse, se réduit à un labyrinthe membraneux constitué par un *vestibule*, *v*, et un ou deux *canaux demi-circulaires*, *ds*, sur l'origine dilatée *(ampoule)* desquels se distribuent les terminaisons du nerf acoustique. La myxine ne possède qu'un seul canal demi-circulaire, tandis que la lamproie en a deux. L'organe olfactif est impair, médian et placé au fond d'une cavité dans laquelle on arrive par un petit orifice situé entre les deux yeux. L'odorat doit être très développé chez les cyclostomes, eu égard au volume de leurs lobes olfactifs.

La vie de ces animaux est en rapport avec l'état rudimentaire de leur cerveau ; les myxines même vivent en parasites sur d'autres poissons.

Les centres nerveux des poissons, abstraction faite des cyclostomes et de quelques autres groupes qui seront mentionnés plus loin, présentent deux types différents qui demandent à être étudiés à part, celui des poissons osseux et celui des sélaciens.

Poissons osseux. — La moelle des poissons osseux a la forme d'un cordon cylindrique, quelquefois aplati (perche), qui diminue graduellement et devient filiforme à son extrémité postérieure. Le renflement terminal qui existe sur la moelle de certains poissons (labre, perche, etc.), n'est pas dû à des éléments nerveux, mais à une simple hypertrophie des enveloppes de la moelle. Dans le trigle commun, la moelle, immédiatement en arrière de la moelle allongée, est partagée par trois étranglements circulaires en quatre segments pairs qui rappellent la la chaîne ganglionnaire des articulés ; une segmentation analogue se retrouve sur la partie terminale effilée de la moelle de la lote. Deux sillons médians, un antérieur,

Digitized by Google

un postérieur, partagent la moelle en deux moitiés symétriques.

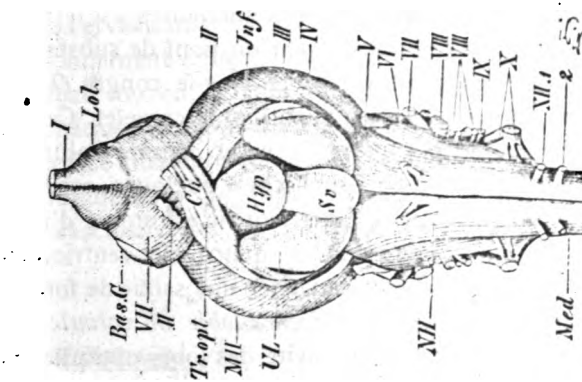


Fig. 158. — *Cerveau de saumon, vu du côté ventral* **.

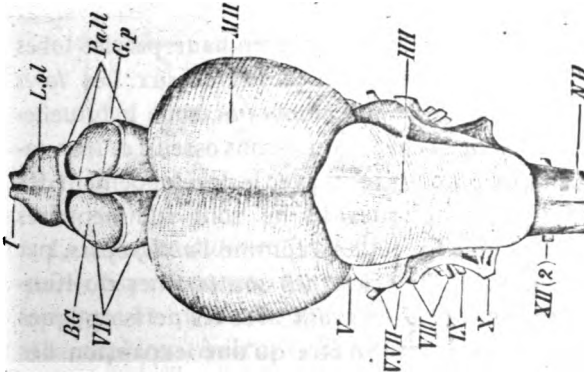


Fig. 157. — *Cerveau de saumon, vu du côté dorsal* *.

La *moelle allongée*, NA (fig. 157), a la forme d'un ren-

* *Pall*, manteau ; BG, ganglions de la base du cerveau antérieur. Pour les autres indications voir la figure 153. Le manteau a été échancré pour montrer les ganglions de la base (Wiedersheim).

** *Tr.opt.* bandelette optique ; *Cb*, chiasma ou entrecroisement des nerfs optiques ; *Inf*, infundibulum. Pour le reste, mêmes indications que pour les figures 153 et 154 (Wiedersheim).

Digitized by Google

flement conique plus ou moins volumineux. L'ouverture du quatrième ventricule, au lieu d'être largement à découvert, comme chez les espèces inférieures, est fermée plus ou moins complètement par un pont de substance grise, renflée quelquefois comme chez le congre *(lobes postérieurs)* et recouverte en avant par le cervelet. Celui-ci, HH, très variable comme forme et comme volume, est habituellement lisse, sauf chez quelques espèces comme le maquereau. A l'intérieur, il est creusé d'une petite cavité qui s'ouvre dans le quatrième ventricule. C'est au cervelet qu'il faut rattacher une saillie de forme et de structure variables, *éminence lobée* ou *valvule du cervelet*, saillie qui occupe la cavité des lobes optiques et qui ne peut être vue que quand on a incisé la partie supérieure de ces lobes.

Le cerveau moyen est constitué en haut par les lobes optiques, en bas par les pédoncules cérébraux. Les *lobes optiques*, MH, ou *tubercules bijumeaux* sont habituellement très développés chez les poissons osseux et leur volume est, en général, en rapport avec le développement des yeux et des nerfs optiques. Ils ne sont rudimentaires que chez les espèces aveugles, comme l'*amblyopsis*, par exemple, qui habite les cavernes souterraines du Kentucky. Ils se continuent en avant avec les nerfs optiques (fig. 159) qui paraissent n'être qu'une expansion des fibres superficielles de ces lobes. En écartant les deux lobes on voit des fibres qui relient un lobe à l'autre et constituent la commissure de la voûte optique de Baudelot, décrite à tort comme une ébauche de corps calleux. Les lobes optiques sont creusés d'une cavité dans laquelle on tombe en incisant le *toit* des lobes optiques

Digitized by Google

et à laquelle la présence de l'éminence lobée donne une forme un peu complexe.

Le cerveau intermédiaire présente à sa face supérieure, profondément enfoncée entre le cerveau antérieur et le cerveau moyen, la fente du troisième ventricule, limitée de chaque côté par deux faisceaux, *pédoncules cérébelleux*. A sa face inférieure se voient les tubercules mamillaires [1], l'infundibulum, *Inf* (fig. 158), l'hypophyse, *Hyp*, et le sac vasculaire, *sv*.

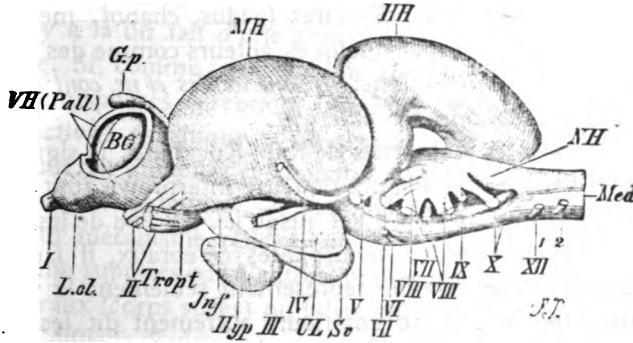


Fig. 159. — *Cerveau de saumon, vu de profil* *.

Le *cerveau antérieur* est formé par les deux saillies paires, symétriques, qui se voient en avant des lobes optiques et qu'on désigne habituellement sous le nom d'*hémisphères cérébraux*, B. On verra plus loin s'ils ont réellement cette signification chez les poissons osseux. Ces *lobes cérébraux* (nom qui leur convient mieux, car il ne préjuge rien) sont réunis à leur base par une com-

[1] La voûte ou trigone manquant chez les poissons osseux, il est douteux que ces renflements soient les équivalents des tubercules mamillaires.

* Mêmes indications que pour les figures précédentes (Wiedersheim).

Digitized by Google

missure étroite, *commissure interlobaire*. Cette commissure est constituée par des fibres qui réunissent les lobes olfactifs et les hémisphères cérébraux, de sorte qu'on trouve déjà chez eux une ébauche de *commissure antérieure* et de *corps calleux*.

La forme des hémisphères est très variable ainsi que leur volume relatif, et on ne trouve aucun rapport constant entre ce volume et celui des lobes optiques. Leur surface est ordinairement lisse ; quelquefois cependant, ils présentent des bosselures (gadus, chabot, merlan), regardées à tort par quelques auteurs comme des ébauches de circonvolutions. *Ils sont solides et ne contiennent pas de cavité dans leur intérieur.*

D'après les recherches de Rabl-Ruckhard, la signification des lobes cérébraux doit être interprétée tout différemment qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Au lieu de les considérer comme des hémisphères cérébraux, il faudrait les considérer comme représentant seulement la partie basilaire du cerveau antérieur, autrement dit les ganglions de la base, corps striés et insula. Rabl-Ruckhard s'appuie sur ce fait que ces lobes sont dépourvus de cavité ventriculaire et sur leur développement embryologique. Le manteau des hémisphères cérébraux ne manque pas pourtant chez les poissons osseux, comme on pourrait le croire au premier abord, mais il existe sous forme d'une lamelle épithéliale mince qui circonscrit, avec la partie basilaire, une cavité ventriculaire représentant des ventricules latéraux et qui communique, en arrière, avec le troisième ventricule. En résumé, chez les autres vertébrés, la vésicule cérébrale antérieure se développe à la fois dans sa partie basilaire et dans sa

Digitized by Google

partie dorsale ou manteau ; la partie basilaire constitue le corps strié et l'*insula ;* le manteau constitue les hémisphères cérébraux proprement dits ; chez les poissons osseux, la partie basilaire se développe seule ; le manteau reste à l'état rudimentaire, et toute la partie supérieure des hémisphères cérébraux manque. Nous retrouvons donc chez eux ce que nous avons déjà constaté chez les cyclostomes. Sur les figures 157 et 159, le manteau, P*all*, a été échancré pour laisser voir les ganglions de la base, BG.

Il y a là un fait d'une grande importance physiologique. Si, comme tout tend à le démontrer, c'est dans les hémisphères cérébraux que doit être placé le siège de l'activité psychique et de ses diverses modalités, il s'ensuivrait que chez ces poissons ou bien ces activités psychiques manquent, et l'animal serait réduit alors à un pur mécanisme réflexe, ou bien ces hémisphères seraient suppléés par d'autres parties cérébrales, lobes cérébraux (corps striés) ou lobes olfactifs. Il semble, en effet, difficile d'admettre que les poissons, malgré l'état rudimentaire de leur activité psychique, ne soient que de purs mécanismes réflexes, qu'il y ait chez eux absence de centres psycho-moteurs, qu'ils soient, en un mot, dans la situation d'un animal auquel on aurait extirpé toute la partie supérieure des hémisphères cérébraux, tandis que d'autres espèces inférieures, aussi mal douées qu'eux au point de vue intellectuel, auraient le privilège de posséder des hémisphères cérébraux bien développés.

Les *lobes olfactifs*, L*ol*, toujours au nombre de deux, sont placés en avant des lobes cérébraux auxquels ils

Digitized by Google

sont rattachés par un pédicule, *tractus olfactif*, plus ou moins long. Quelquefois chaque lobe olfactif se divise en deux (trigle, maquereau); leur volume est ordinairement très faible, sauf chez le congre où ils sont énormes; ils sont quelquefois réunis par une étroite commissure blanche (congre, anguille). Les lobes olfactifs des poissons osseux sont toujours pleins. Les tractus olfactifs naissent par deux racines, une interne qui part de la commissure interlobulaire, du lobe inférieur du lobe cérébral et des pédoncules cérébraux, une externe qui vient du centre du lobe cérébral. D'après Rabl-Ruckhard, les lobes olfactifs représenteraient à la fois les lobes olfactifs et les lobes frontaux des vertébrés supérieurs.

Les *organes des sens* sont relativement peu développés chez les poissons osseux. Les *organes tactiles* sont répartis sur un certain nombre d'appendices divers, barbillons, tentacules, nageoires, et probablement sur les *organes de la ligne latérale*. Cette ligne latérale est constituée par une série d'écailles qui vont de la tête à la partie caudale. Sans entrer dans les détails de structure des organes latéraux, il suffira ici de dire que les éléments sensitifs de ces organes sont formés par des terminaisons nerveuses pourvues d'un filament ou bâtonnet sensoriel et contenues ordinairement dans un tube membraneux. La figure 160 représente une des dispositions qu'elles présentent. L'*odorat* a pour siège les fossettes olfactives, doubles, et dans lesquelles on rencontre les mêmes éléments olfactifs que chez les autres vertébrés. Les *organes gustatifs*, situés sur les papilles linguales, consistent en *cellules gustatives*, coniques ou en forme de bâtonnets et

Digitized by Google

agglomérées en calice ou en cloche. L'*oreille*, réduite au labyrinthe, se compose d'un *vestibule* et de trois

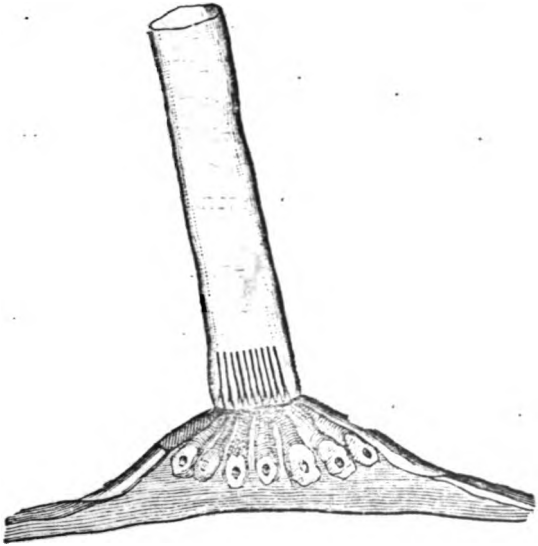


Fig. 160. — *Un des tubes de la ligne latérale montrant par transparence les bâtonnets insérés sur la membrane basilaire* (Schultze) *.

canaux demi-circulaires (fig. 161). Il n'y a pas de limaçon, à moins qu'on ne considère comme son représentant une petite expansion rudimentaire, *c*. Dans certaines espèces, il y a une communication entre l'appareil auditif et la vessie natatoire.

L'*œil* diffère un peu de celui des vertébrés supérieurs; la cornée est aplatie, le cristallin sphérique, la pupille peu mobile; la choroïde présente, comme chez certains mammifères, un endroit brillant d'un éclat métallique,

* La ligne latérale s'étend de la tête à la région caudale (E. Blanchard).

Digitized by Google

le *tapis*, et un repli *a* qui traverse la rétine et va jusqu'au cristallin; un corps vasculaire, improprement appelé *glande choroïdienne, gl. c*, entoure l'entrée du nerf optique. Chez quelques poissons osseux (*stomias*, etc.), on

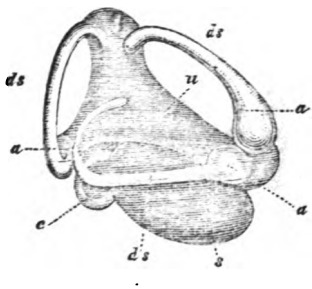


Fig. 161. — *Labyrinthe membraneux de la Muræna anguilla* *.

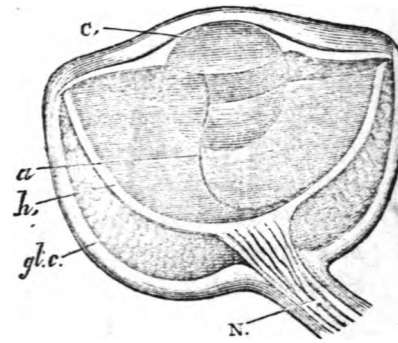


Fig. 162. — *Œil de brochet* **.

constate l'existence d'yeux accessoires sur la tête, le ventre, etc.; ces yeux sont ordinairement tout à fait rudimentaires, mais ils consistent chez quelques-uns en amas pigmentaires et corpuscules réfringents et peuvent servir probablement à une sorte de vision confuse.

J'ai peu de chose à dire des manifestations instinctives et psychiques des poissons osseux. Ils sont certainement à ce point de vue rangés parmi les vertébrés les plus inférieurs et bien au-dessous des invertébrés supérieurs.

Chez les *sélaciens*, comme les raies et les squales, la *moelle* ressemble beaucoup à celle des poissons

* *u*, utricule; *s*, saccule; *c*, cysticule; *ds*, canaux demi-circulaires; *a*, leurs dilatations ampullaires (d'après Hasse et Nuhn).

** N, nerf optique; C, cristallin; *b*, rétine; *a*, repli falciforme; *gl.c* glande choroïdienne (d'après Leuckart).

Digitized by Google

osseux, mais le cerveau se distingue par des caractères remarquables ; par certains points en effet il conserve

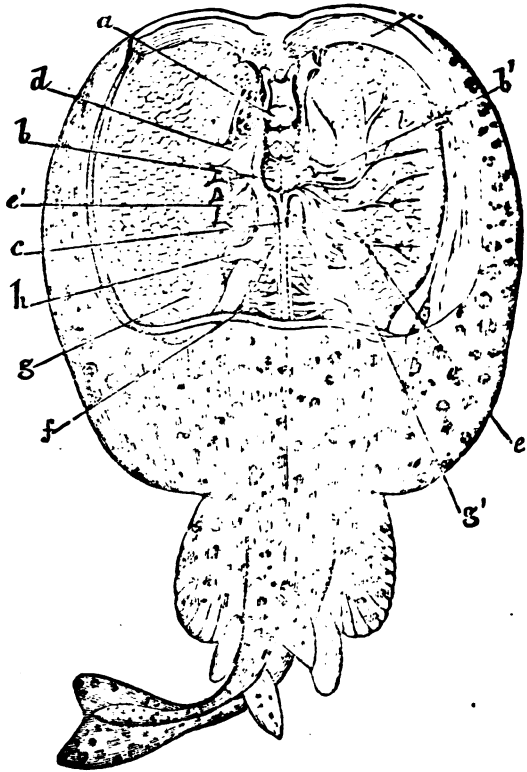


Fig. 163. — *Torpille marbrée* *.

le type embryonnaire et se rapproche du cerveau des

* *a*, cerveau ; *b*, moelle allongée ; *c*, moelle épinière ; *d*, portion électrique du trijumeau ou cinquième paire ; *e'*, portion electrique des pneumogastriques ou nerfs de la huitième paire ; *f*, nerf récurrent ; *g*, organe électrique gauche sous-cutané ; *g'*, organe électrique droit disséqué pour montrer la distribution des nerfs ; *h*, la dernière des chambres branchiales ; *i*, tubes mucipares (organes tactiles).

Digitized by Google

vertébrés inférieurs ; par d'autres, au contraire, il s'élève bien au-dessus du cerveau des poissons osseux et se rapproche des vertébrés supérieurs.

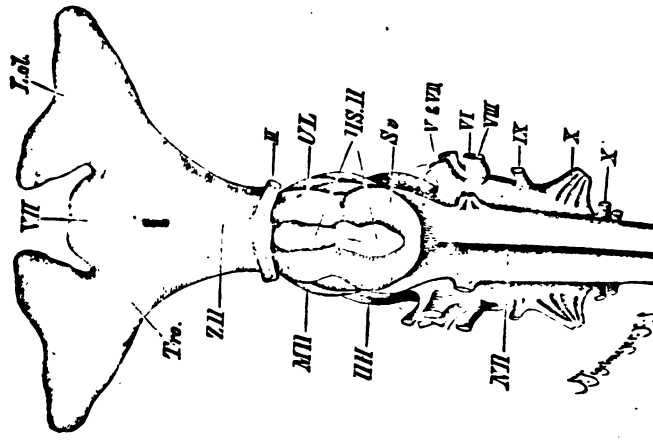


Fig. 165. — *Cerveau de Scyllium canicula, vu du côté ventral* **.

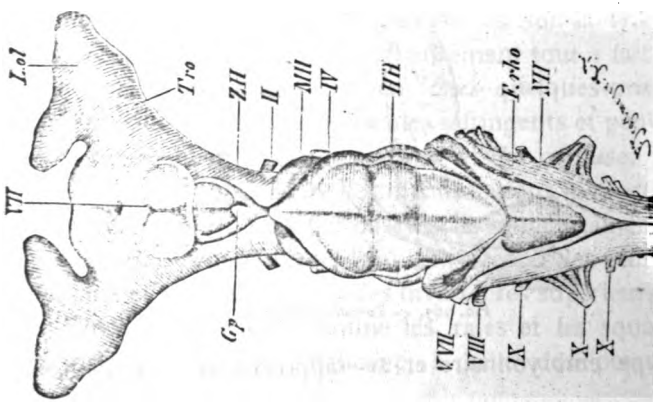


Fig. 164. — *Cerveau de Scyllium canicula, vu d'en haut* *.

* *Gp*, glande pinéale coupée ; *F.rbo*, fosse rhomboïdale. Les autres indications sont les mêmes que dans les figures 153 et 154 (Wiedersheim).

** *Tro*, tractus olfactifs ; UL, lobes inférieurs. Les autres indications sont les mêmes que pour les figures 153, 154 et 164 (Wiedersheim).

Digitized by Google

La *moelle allongée*, NH (fig. 164), est cylindroïde ou triangulaire et bien distincte de la moelle. Du reste, elle présente la même disposition générale que chez les poissons osseux, sauf quelques particularités importantes. Ainsi, le plancher du quatrième ventricule offre à sa partie externe, en dehors des *cordons ronds* situés de chaque côté du sillon médian, deux rangées de saillies en chapelet : *noyaux du pneumogastrique* qui correspondent aux *corps restiformes* des autres vertébrés;

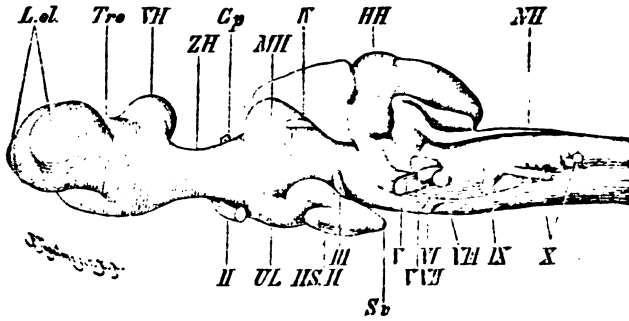


Fig. 166. — *Cerveau de Scyllium canicula, vu de profil* *.

en avant de ces corps restiformes se trouvent deux éminences pyramidales, *lobules du trijumeau*, qui s'unissent en avant sur la ligne médiane et donnent naissance par leur extrémité antérieure à une racine du nerf trijumeau. Les centres ou *organes électriques* de la torpille, qui remplissent toute l'étendue du quatrième ventricule (fig. 163), paraissent rattachés aux lobules du pneumogastrique, mais en sont en réalité distincts par leur origine et leur mode de développement.

* Mêmes indications que pour les figures 164 et 165 (Wiedersheim).

Digitized by Google

Le *cervelet*, HH, a, en général, un développement considérable chez les sélaciens; cependant ce développement n'est pas égal chez tous.

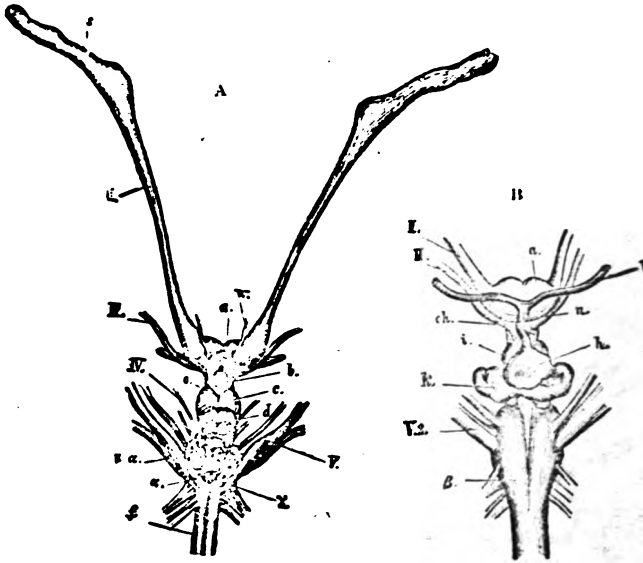


Fig. 167. — *Cerveau de raie* *.

Chez les raies (fig. 167), le cervelet est assez volumineux et déborde en arrière sur la partie antérieure du quatrième ventricule; en outre, de nombreux sillons transversaux le divisent en lobules secondaires. Le développement du cervelet est encore plus considérable

* A. *Face supérieure : s*, lobes olfactifs; *a*, hémisphères réunis sur la ligne médiane; *b*, cerveau intermédiaire; *c*, cerveau moyen; *d*, cervelet; *a*, *a*, plis formés par les corps restiformes; I, II, III, IV, paires nerveuses crâniennes; *f*, moelle allongée; *ϖ*, vaisseau (Huxley).

B. *Face inférieure: ch*, chiasma des nerfs optiques; *b*, corps pituitaire; *ϖ* et *ϖ*, vaisseaux; *k*, sac vasculaire; β, pyramide de la moelle allongée (Huxley).

Digitized by Google

chez certains squales, comme le *Galeus canis*; là il masque tout à fait le quatrième ventricule et est constitué par un grand nombre de circonvolutions et de lobules secondaires. Dans toutes ces espèces, le cervelet est creusé d'une cavité d'autant plus étroite que le cervelet est plus développé et qui communique en avant avec le quatrième ventricule. A la face inférieure du cerveau des fibres transversales réunissent les deux moitiés du cervelet et représentent des *pédoncules cérébelleux moyens* tout à fait rudimentaires, ébauches du pont de Varole des vertébrés supérieurs.

Les *lobes optiques* ou *tubercules bijumeaux*, MH, qui constituent la partie supérieure du *cerveau moyen* sont assez volumineux. Au-dessous, se trouve la cavité de l'aqueduc de Sylvius dont les dimensions sont en raison inverse de celles de la masse grise qui l'entoure. A la face inférieure, le cerveau moyen présente l'origine des nerfs de la troisième paire (oculo-moteur commun) ; on y voit le commencement du sillon longitudinal antérieur avec les deux pédoncules cérébraux qui le limitent de chaque côté. En avant de l'oculo-moteur commun se trouve l'hypophyse avec la saillie lobulée du *sac vasculaire*. De chaque côté de l'hypophyse l'infundibulum se prolonge en constituant deux saillies ou *lobes inférieurs* volumineux, creusés d'une cavité plus ou moins développée.

La cavité du *cerveau intermédiaire* (fig. 164) ou *troisième ventricule* est largement ouverte. Elle est circonscrite par une bande de substance blanche en fer à cheval à concavité antérieure dont la partie postérieure se prolonge sous forme de calotte sur les lobes optiques. Elle

Digitized by Google

communique en avant avec les ventricules latéraux du cerveau antérieur, et en arrière et en bas avec la cavité de l'infundibulum et avec l'aqueduc de Sylvius. Ses parois sont tapissées par une couche de substance grise, *substance grise centrale cavitaire* de Meynert; elle est recouverte par une lamelle dépendant de la pie-mère. Il n'y a pas de *couche optique* proprement dite chez les sélaciens; cependant on pourrait considérer comme ses représentants de petits tubercules, *tubercules intermédiaires*, situés à l'origine de la glande pinéale et qui sont réunis par un pont de substance grise, *commissure grise ;* quelques auteurs croient les trouver dans le prolongement postérieur du cerveau intermédiaire qui recouvre les lobes optiques.

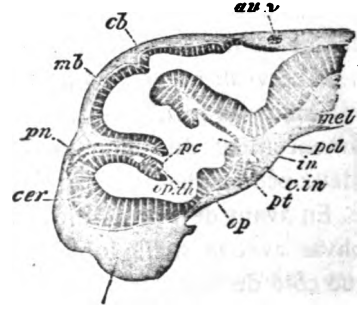


Fig. 168. — *Coupe longitudinale de l'encéphale de Scyllium canicula à une période avancée du développement* *.

La *glande pinéale* ne manque pas, comme on le croyait, chez les sélaciens; elle existe en effet à la limite du cer-

* *cer*, hémisphère cérébral; *pn*, glande pinéale; *op.th*, couche optique unie à sa congénère par une commissure (la commissure moyenne). On voit en avant un repli de la voûte du cerveau antérieur qui s'unit avec le plexus choroïdien du troisième ventricule; *op*, chiasma des nerfs optiques; *pt*, corps pituitaire; *in*, infundibulum; *cb*, cervelet; *au.v*, passage par lequel la vésicule auditive communique avec l'extérieur; *mel*, moelle allongée; *c.in*, carotide interne (Balfour).

Digitized by Google

veau intermédiaire et du cerveau moyen sous l'aspect d'un corps allongé, filiforme, creusé d'une cavité, comme on peut le voir surtout chez l'embryon (fig. 168, *pn*).

Les parties de la face inférieure du cerveau intermédiaire sont les mêmes que celles du cerveau des poissons osseux et présentent la même disposition, sauf l'existence de chaque côté de l'hypophyse de deux prolongements de l'infundibulum connus sous le nom de *lobes inférieurs*, UL (fig. 165).

La division du *cerveau antérieur*, V H, en deux hémisphères est habituellement très incomplète. En avant et en dehors, les hémisphères se continuent avec les *lobes olfactifs*, soit par un pédicule long et mince (fig. 167), *tractus olfactif* (raie, squale, ange), soit par un tractus très court, (fig. 165, *Tro*) (roussette, milandre). Les lobes hémisphériques sont creusés d'une cavité plus ou moins large qui représente les ventricules latéraux, cavité qui se continue en arrière par le trou de Monro avec le troisième ventricule, en avant avec la cavité du lobe olfactif. Chez les raies, les lobes olfactifs sont pleins. La distinction du cerveau antérieur en partie basilaire et manteau n'existe pour ainsi dire pas chez les sélaciens; les deux parties se confondent en réalité presque partout l'une avec l'autre en ayant la même structure.

On voit, d'après cette description, que le cerveau des sélaciens se rapproche du cerveau des vertébrés supérieurs par certains caractères : volume et plissement du cervelet, volume des hémisphères cérébraux qui offrent souvent des lobulations secondaires et comme des ébauches de circonvolutions; d'autre part, le développement des lobes olfactifs, l'état rudimentaire des couches opti-

Digitized by Google

ques et beaucoup d'autres caractères impriment à ce cerveau un caractère d'infériorité remarquable; il y a là une sorte de type mixte très curieux à constater et dont l'interprétation est bien difficile. On ne peut en effet rattacher ces caractères à des conditions physiologiques différentes de celles qu'on trouve chez les autres poissons; il nous est impossible de trouver une hypothèse satisfaisante pour expliquer ces deux types si différents.

Les *organes des sens* sont bien développés chez les sélaciens et se rapprochent par leur structure générale de ceux qui ont été étudiés chez les poissons osseux : ils représentent seulement un degré plus perfectionné d'évolution anatomique. Les yeux sont pourvus de paupières.

Au système nerveux peuvent se rattacher les *organes électriques* qu'on trouve chez certains poissons et en particulier chez la torpille (fig. 163). Ces organes, dont je ne puis donner ici la description, ont une disposition analogue à la pile de Volta et ne paraissent être que des transformations des fibres musculaires et des plaques nerveuses motrices terminales; les lames électriques qui constituent les éléments de cet organe reçoivent une terminaison nerveuse et, au moment du choc, la face de cette plaque qui reçoit la fibre nerveuse est électrisée négativement, tandis que la surface opposée est électrisée positivement. La décharge électrique de ces animaux est soumise à la volonté.

Je ne m'arrêterai pas sur l'activité psychique des sélaciens; elle est un peu plus développée que chez les poispoissons osseux, mais reste encore à un degré très rudimentaire, malgré l'organisation assez élevée de certaines

Digitized by Google

parties de leur cerveau. Tous vivent de proie vivante ; ils s'accouplent et l'on voit même les requins se livrer de sanglants combats pour une femelle; mais ils n'ont aucun soin de leurs petits.

Chez les *ganoïdes*, comme l'esturgeon, le cerveau se rapproche à la fois du type des sélaciens et du type des poissons osseux, tout en rappelant par certains traits celui des amphibies (urodèles). Chez l'esturgeon, les corps restiformes se divisent en deux lamelles, une interne et une externe, qui présentent des renflements en chapelet comme chez les sélaciens. L'hypophyse, les lobes inférieurs et le sac vasculaire sont peu volumineux ; les nerfs optiques offrent une sorte de chiasma incomplet; enfin le manteau des hémisphères cérébraux est, comme celui des cyclostomes et des poissons osseux, constitué par une simple lamelle membraneuse. L'*Amia* et le *Lepidosteus* forment la transition entre l'esturgeon et les poissons osseux. C'est chez un genre de ganoïdes, le *Polypterus (Polypterus bichir)* que l'organe olfactif atteint son plus haut développement parmi les poissons.

Les centres nerveux des *Dipnoi* ou *Pneumobranches* se rapprochent encore plus de ceux des amphibiens, tout en présentant certains caractères qui rappellent les classes précédentes. Ainsi les racines nerveuses dorsales et ventrales alternent comme chez la lamproie.

Digitized by Google

CHAPITRE XI

VERTÉBRÉS

— Suite —

AMPHIBIES

Les centres nerveux des amphibies (fig. 169) sont construits sur un type assez simple.

La moelle, renflée au niveau des origines des nerfs des membres, *renflement brachial* ou *cervical* et *renflement lombaire*, s'amincit en arrière *(cône médullaire)*, pour se terminer par un filament, *fil terminal*.

Les figures 170 à 172 représentent le cerveau de la grenouille et permettent de le comparer aux cerveaux déjà étudiés. Le cervelet, HH, est tout à fait rudimentaire. Les lobes optiques ou tubercules bijumeaux, MH, sont bien développés, mais relativement moins volumineux que chez les poissons osseux. Le cerveau intermédiaire et le cerveau moyen sont larges et assez volumineux chez la grenouille, tandis qu'ils sont rétrécis chez les urodèles. Les hémisphères cérébraux sont séparés en deux parties par un sillon transversal ; la partie antérieure constitue le lobe olfactif, L.*ol*. Les hémisphères cérébraux sont ovoïdes, légèrement écartés en arrière où ils présentent une ébauche de lobe occipital, et séparés l'un de l'autre, sur la face dorsale, par un sillon longitudinal au fond duquel se voit la *commissure antérieure* qui les réunit et où se trouveraient des fibres, ébauches de corps calleux. Entre cette commissure et le chiasma,

Digitized by Google

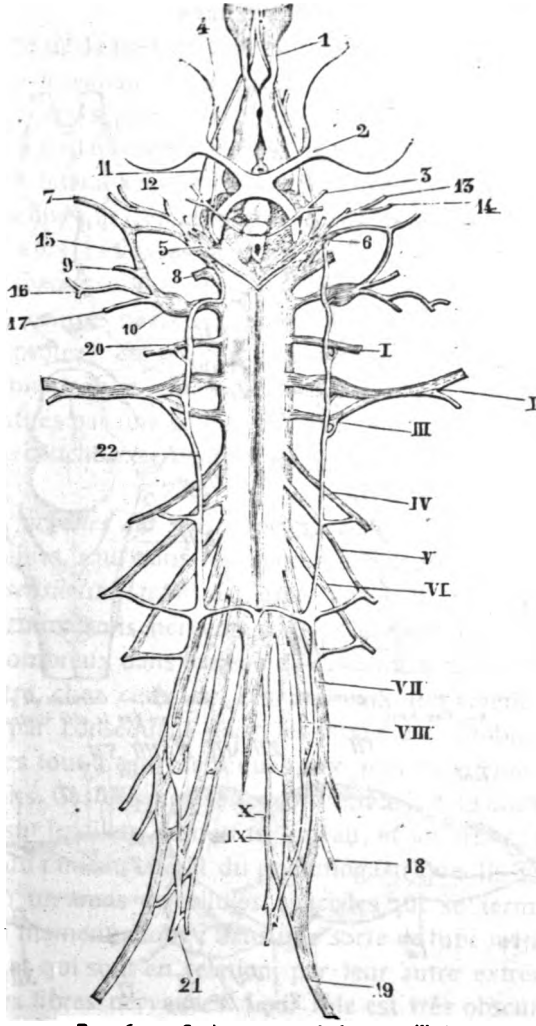


FIG. 169. — *Système nerveux de la grenouille* *.

* 1 à 17, nerfs crâniens et leurs branches ; 18, nerf crural ; 19, nerf ischiatique ; 20 à 22, sympathique ; I à X, nerfs rachidiens.

Digitized by Google

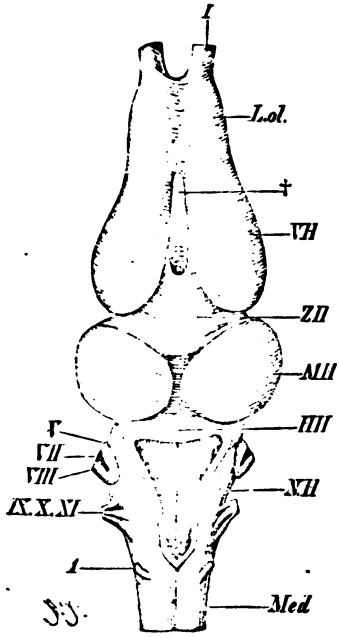


FIG. 170. — *Cerveau de grenouille, vu d'en haut* *.

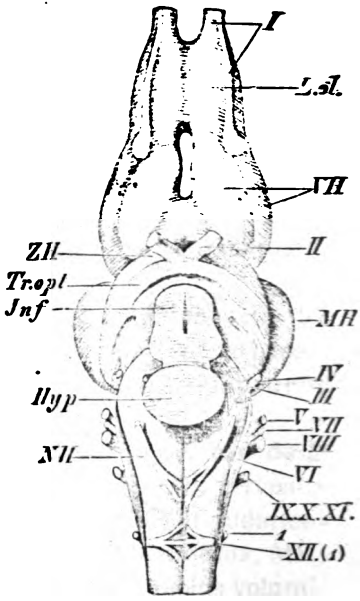


FIG. 171. — *Cerveau de grenouille, vu par le côté ventral* *.

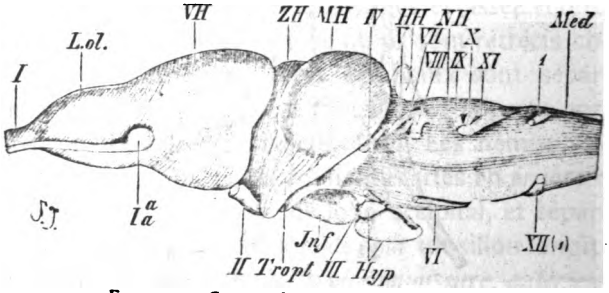


FIG. 172. — *Cerveau de grenouille, vu de profil* *.

* Tr. *opt*, tractus optique ; +, intervalle entre les hémisphères. Pour les autres indications se reporter aux figures précédentes empruntées à Wiedersheim.

Digitized by Google

du côté de la base du cerveau, se voit une lamelle grise, *lamelle terminale*. En avant de la commissure antérieure, la fente qui sépare les deux hémisphères est complète et s'étend de la voûte à la base. A la face interne du ventricule latéral creusé dans chaque hémisphère, se voit une saillie qui représente le corps strié des vertébrés supérieurs. Les lobes olfactifs sont unis par une commissure, *commissure des lobes olfactifs*.

Les centres nerveux des autres amphibies, salamandres, protées, etc., sont construits sur le même type.

Le manteau et la partie basilaire des hémisphères sont constitués par une couche interne de cellules nerveuses et une couche externe de fibres nerveuses et de névroglie.

Les *organes des sens* sont assez développés chez les amphibies, sauf dans les espèces inférieures.

La *sensibilité tactile* est assez vive et a pour organes les terminaisons nerveuses et les corpuscules du tact, très nombreux dans la peau de ces animaux. On trouve, en outre, chez ceux de ces animaux qui vivent dans l'eau, par conséquent dans les larves d'amphibies, des organes tout à fait identiques aux *organes latéraux* des poissons. Ces organes se rencontrent à la tête autour de l'œil, sur les filets du nerf trijumeau, et au tronc, sur le trajet du rameau latéral du pneumogastrique. Ils consistent en un amas de cellules spéciales qui se terminent par un filament allongé dans une sorte de tube membraneux, et qui sont en relation, par leur autre extrémité, avec les fibres nerveuses. Leur rôle est très obscur; on a voulu en faire les organes d'un *sixième sens*.

Les *yeux*, toujours au nombre de deux, sont rudi-

Digitized by Google

mentaires et situés sous la peau dans les espèces souterraines, comme le *Proteus anguinus* par exemple ; mais chez les batraciens proprement dits, comme la grenouille, ils sont bien développés et présentent tous les caractères de l'œil des vertébrés supérieurs.

L'*oreille* se compose d'un labyrinthe membraneux, avec un vestibule, un limaçon rudimentaire et trois canaux demi-circulaires ; chez les batraciens, il s'y ajoute une caisse du tympan avec une membrane tympanique et un osselet unique ou *columelle*.

L'*odorat* siège dans les fosses olfactives doubles et a pour éléments spéciaux, des *cellules olfactives* constituées par une cellule très allongée, munie d'un noyau volumineux et qui, par son extrémité profonde, se continue avec la terminaison nerveuse et, par sa face libre, supporte un pinceau de cils. Ces cellules olfactives sont interposées entre les cellules épithéliales de la muqueuse.

Les *organes du goût* sont constitués par des papilles, *papilles fungiformes* de la muqueuse linguale.

Je ne m'étendrai pas sur le genre de vie et sur les phénomènes instinctifs et psychiques de ces animaux. Ce que je mentionnerai seulement ici, c'est l'état inférieur de leur activité psychique ; en dehors de la recherche de leur nourriture et des manifestations sexuelles, il n'y a pour ainsi dire plus rien chez ces animaux, et encore leurs manifestations sexuelles sont-elles purement réflexes sans ces jeux ou ces combats qu'on rencontre chez la plupart des espèces animales ; la colère paraît leur être inconnue ; leur cri, grave en général, uniforme et monotone coassement, ne se modifie que rarement pour devenir un cri de douleur aigu et perçant.

Digitized by Google

Aussi, chez la grenouille par exemple, l'extirpation des hémisphères cérébraux, quand on la fait avec soin, en respectant les couches optiques, ne détermine aucun phénomène particulier, à part les suites immédiates de l'opération. Au bout de très peu de temps, la cicatrisation de la plaie a lieu, et si on place alors l'animal dans un aquarium avec des grenouilles intactes, il est impossible à des personnes non prévenues de les distinguer les unes des autres. Le crapaud a cependant déjà une supériorité psychique sur la grenouille, et Lacépède cite un exemple de domesticité d'un crapaud qui vécut trente-six ans.

CHAPITRE XII

VERTÉBRÉS

— Suite —

REPTILES

Les centres nerveux des *reptiles* présentent un perfectionnement notable sur ceux des amphibies.

La *moelle épinière*, très longue chez les ophidiens et les lézards, très courte chez les tortues, constitue un cordon presque cylindrique, qui s'étend jusqu'à l'extrémité du canal vertébral. Elle présente un sillon longitudinal antérieur bien marqué et un sillon longitudinal postérieur, à peine indiqué, surtout dans la région cervicale. Chez les

Digitized by Google

crocodiles, à côté de ce dernier sillon, se trouve de chaque côté un sillon collatéral postérieur en dehors duquel naissent les racines dorsales. C'est là la première trace d'une séparation des cordons postérieurs et des cordons latéraux de la moelle.

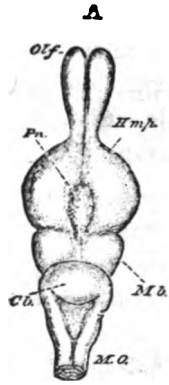


Fig. 173. — *Cerveau de lézard, vu d'en haut* *.

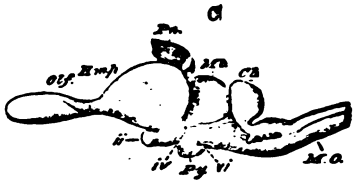


Fig. 174. — *Cerveau de lézard, vu de côté* **.

La *moelle allongée* est peu volumineuse. Elle ne se continue pas en ligne droite avec la moelle cervicale, mais elle présente une courbure à convexité ventrale (fig. 174). Le sillon longitudinal inférieur diminue peu à peu de profondeur et se termine à la partie antérieure de la moelle allongée par une dépression légère ; à ce niveau, un sillon transversal sépare la moelle allongée du cerveau moyen. A la face dorsale, les cordons postérieurs de la

* *Olf*, lobes olfactifs ; P*n*, glande pinéale ; H*mp*, hémisphères cérébraux ; M*b*, lobes optiques ; C*b*, cervelet ; *Mo*, moelle allongée.

** P*y*, corps pituitaire ; *ii*, *iv*, *vi*, seconde, quatrième et sixième paires de nerfs crâniens. Pour les autres indications, voir la légende de la figure précédente.

Digitized by Google

moelle s'écartent pour laisser à nu le plancher du quatrième ventricule. A ce niveau, ils présentent chez les crocodiles (fig. 176), deux renflements allongés, *pyramides postérieures*, réunies en bas par une lamelle triangulaire, *obex* ou *verrou*, qui est tendue au-dessus de l'angle postérieur du quatrième ventricule; cette lamelle et deux stries qui longent jusqu'au cervelet le bord interne des pyramides postérieures donnent attache à la membrane qui forme le toit du quatrième ventricule.

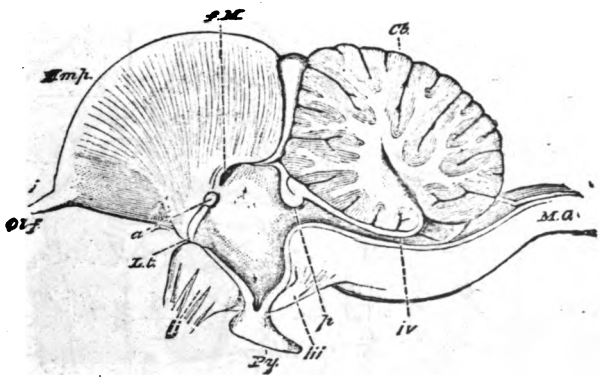


Fig. 175. — *Coupe longitudinale du cerveau d'un saurien, le varan du Sénégal* *.

Sur le plancher du quatrième ventricule se voit un sillon qui continue le canal central de la moelle, *sillon central*; il sépare deux saillies longitudinales, les *cordons ronds, funiculi teretes*. En dehors de ces cordons, on

* Cb, cervelet; Mo, moelle allongée; fM, trou de Monro; Hmp, hémisphères cérébraux; i, première paire nerveuse; Olf, lobe olfactif; a, commissure antérieure; Lt, lame antérieure du troisième ventricule; Py, corps pituitaire; ii, iii, iv, 2e, 3e, 4e paires nerveuses (Huxley).

Digitized by Google

trouve en avant et de chaque côté, un tubercule, *tubercule acoustique*, qui donne naissance au nerf auditif, VIII.

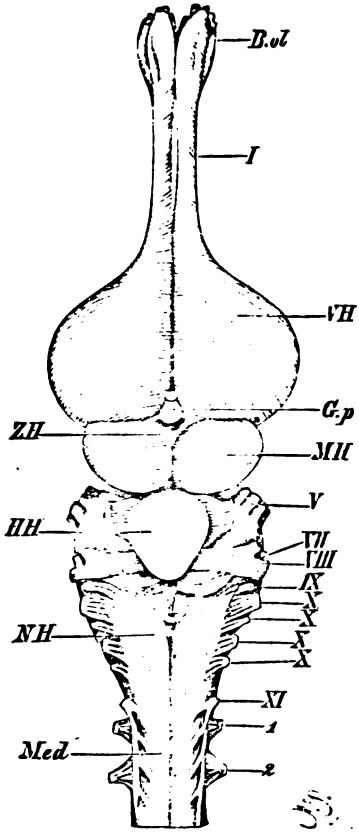


FIG. 176. — *Cerveau de crocodile, vu d'en haut* *.

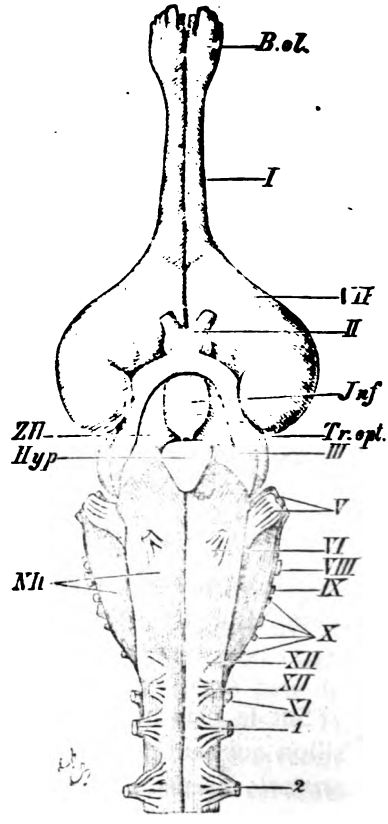


FIG. 177. — *Cerveau de crocodile, vu d'en bas* **.

* B.*ol*, bulbe olfactif. Les autres indications sont identiques à celles des autres figures de Wiedersheim.

** Mêmes indications que pour les figures précédentes (Wiedersheim).

Digitized by Google

Le cervelet, très rudimentaire chez les tortues et les ophidiens, est un peu plus développé chez les sauriens (fig. 175, *cb)*, et surtout chez les crocodiliens (fig. 176

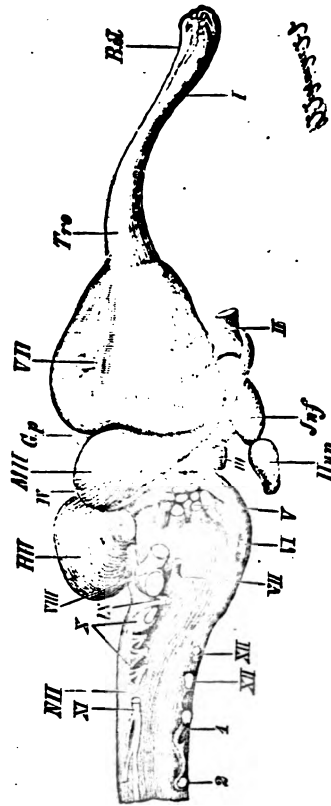


Fig. 178. — *Cerveau de crocodile, vu de profil* *.

* Mêmes indications que pour les figures précédentes (Wiedersheim).

à 178) et se rapproche de celui des oiseaux. En avant, il se prolonge de chaque côté par des appendices latéraux dont la pointe est dirigée en avant. Il est creusé d'une cavité qui en réduit notablement la masse et le rattache,

Digitized by Google

malgré son type un peu plus perfectionné, au cervelet rudimentaire des amphibies et des reptiles inférieurs avec ses deux feuillets constitutifs.

Les lobes optiques ou tubercules bijumeaux sont peu développés chez les reptiles. Chez les crocodiles, un sillon léger existant à leur face interne en sépare deux petites éminences. La cavité du cerveau moyen ou aqueduc de Sylvius présente chez les sauriens une fente qui n'existe pas chez les autres reptiles et qui fait communiquer cet aqueduc avec l'extérieur, comme chez les poissons. Le troisième ventricule présente de chaque côté la saillie des *couches optiques*. Au-dessus de son ouverture supérieure s'élève la glande pinéale qui dans quelques espèces *(Hatteria)* présente à son extrémité la structure d'un œil véritable avec un cristallin et une rétine. Chez quelques sauriens on rencontre au-dessus de l'ouverture du troisième ventricule un rudiment de *trigone*. Chez les crocodiliens la disposition de ces parties est un peu s compliquée ; on y distingue les *pédoncules supérieurs* . *e la glande pinéale,* une *commissure postérieure* et une *commissure grise*.

Les hémisphères cérébraux sont plus développés que chez les amphibies et le sont surtout chez les crocodiles. Les faces internes des hémisphères sont unies par une commissure qui se compose de deux parties, une partie inférieure, transversale, qui représente la *commissure blanche antérieure* des mammifères, et une partie superficielle, supérieure, en forme de fer à cheval, et qui répond au corps calleux. A la face interne de chaque ventricule latéral on constate l'existence d'un corps strié. On trouve même chez les crocodiles une sorte d'ébauche

Digitized by Google

de lobe temporal. Les lobes olfactifs, allongés, sont creusés d'une cavité qui se continue avec le ventricule latéral.

C'est chez les reptiles qu'on trouve pour la première fois une *écorce cérébrale* véritable avec ses cinq couches distinctes et les éléments nerveux qu'on retrouve chez les vertébrés supérieurs.

Les *organes des sens* n'ont pas le même degré de développement chez tous les reptiles. Les yeux, très rudimentaires chez les amphisbènes, ont une organisation plus complète chez les serpents, les lézards et surtout chez les crocodiles. On y trouve aussi le *peigne*, cet organe énigmatique qui existe chez les oiseaux, et dont la fonction est encore inconnue. L'ouïe, très obtuse chez les tortues, est très fine chez les lézards et les crocodiles; cependant le limaçon est encore presque droit. Les crocodiles ont déjà une ébauche d'oreille externe dans un repli cutané qui entoure la membrane du tympan. L'odorat, peu développé chez les serpents et les tortues, doit l'être beaucoup chez les crocodiles qui possèdent des narines mobiles. On rencontre dans les fosses nasales, chez les sauriens et les ophidiens, les *organes de Jacobson* dont la signification est encore indéterminée et qu'on a regardés comme des organes sensitifs particuliers. Le *goût* a son siège dans des organes gustatifs placés sur la langue ou dans la cavité buccale.

L'*activité psychique*, très peu développée chez les tortues, un peu plus chez les serpents et les lézards, acquiert un assez grand développement chez les crocodiles. Si les tortues ont grand soin de leurs œufs, elles s'occupent peu de leurs petits; cependant malgré leur état

Digitized by Google

apathique habituel elles peuvent devenir belliqueuses dans la saison des amours, et les mâles se livrent des combats pour la possession d'une femelle. Les serpents et surtout les lézards sont plus intelligents; ils peuvent être apprivoisés jusqu'à un certain point; les mâles défendent leurs femelles et celles-ci défendent leurs petits; mais ces manifestations instinctives et psychiques sont plus marquées encore chez les crocodiles et ils n'en sont que plus redoutables, car ils mettent cette intelligence au service d'un appétit insatiable et d'une voracité qui s'explique par leur accroissement continu.

CHAPITRE XIII

VERTÉBRÉS

— Suite —

OISEAUX

Les centres nerveux des *oiseaux* s'élèvent encore d'un degré dans l'échelle du développement sur ceux des poissons et des reptiles. Ils se rapprochent surtout beaucoup de ces derniers, mais s'en distinguent principalement par le volume de leurs hémisphères cérébraux et de leur cervelet.

La *moelle* présente les deux renflements, cervical et lombaire, correspondant à l'origine des nerfs des ailes et des pattes. Au niveau du renflement lombaire, le

Digitized by Google

sillon médian postérieur s'élargit comme au niveau de la moelle allongée et constitue là une cavité, *sinus rhomboïdal* ou *ventricule lombaire*, tout à fait comparable au quatrième ventricule et qui est caractéristique de la moelle des oiseaux.

Le *cerveau* des oiseaux présente la même forme générale dans tous les ordres et on n'y rencontre pas les différences que nous avons trouvées chez les reptiles et les poissons et que nous retrouverons aussi dans les divers groupes de mammifères.

La *moelle allongée* forme avec la moelle un angle bien marqué (fig. 181); elle est volumineuse, plus longue que large, fortement convexe à sa partie inférieure et présente du reste la même conformation que chez les reptiles. Le quatrième ventricule est complètement recouvert par le cervelet qu'il faut enlever pour l'apercevoir.

Le *cervelet* (fig. 179), de couleur grisâtre, est très volumineux; il se compose d'un lobe médian, dont la partie supérieure, *vermis superior*, présente des sillons transversaux qui le divisent en 10 à 20 lamelles minces, bien visibles sur des coupes antéro-postérieures. Sur ces coupes on voit chaque lamelle constituée par une partie moyenne de substance blanche entourée de deux lamelles de substance grise; on a donné à l'ensemble de cette disposition, à cause de son aspect, le nom d'*arbre de vie*. Les lamelles du *vermis* sont plus nombreuses chez le perroquet et la pie que chez la poule, l'oie ou le canard. Du lobe moyen du cervelet se détachent deux appendices latéraux, *flocculi*, à peine visibles chez la poule, le canard, bien distincts chez le

Digitized by Google

pigeon, le perroquet, les oiseaux de proie, l'autruche, etc. En avant le cervelet se continue par une lamelle, *valvule de Vieussens*, avec le toit du cerveau moyen. Il

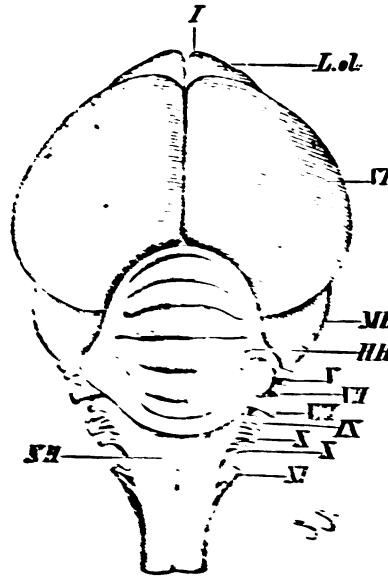


Fig. [illegible] — [illegible]*.

n'y a pas chez les oiseaux de pont de Varole distinct ; cependant on constate l'existence de fibres commissurales transversales à la partie inférieure de la région correspondante du cerveau en avant de la moelle allongée et qui représentent le pont de Varole des mammifères. Le cervelet est creusé d'une petite cavité, [illegible]

* Pour les figures [illegible] les [illegible] sont les mêmes que pour les figures précédentes de Vieussens.

Digitized by Google

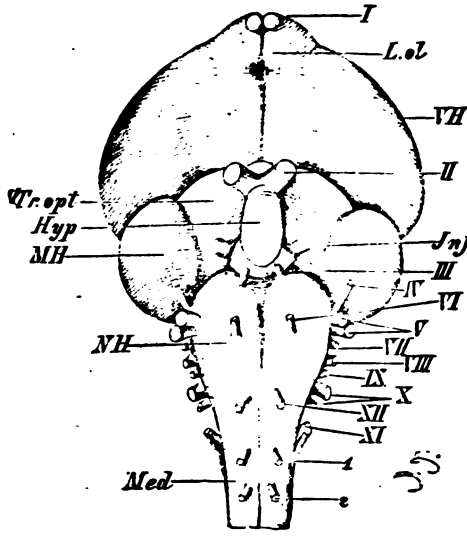


Fig. 180. — *Cerveau d'oiseau, vu d'en bas.*

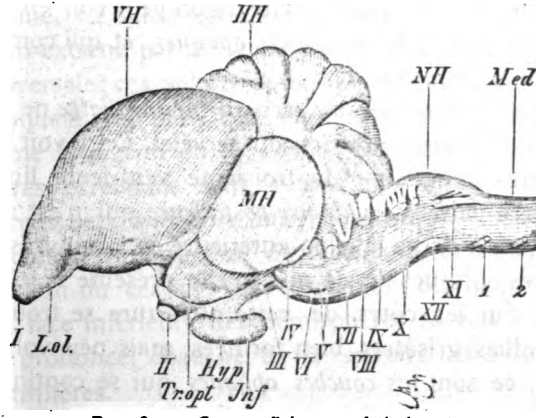


Fig. 181. — *Cerveau d'oiseau, vu latéralement.*

Digitized by Google

belleux, bien visible sur des coupes antéro-postérieures et qui communique avec le quatrième ventricule.

Le *cerveau moyen*, MH, est constitué comme dans les classes précédentes, par les *lobes optiques* ou *tubercules bijumeaux*. Mais ces lobes optiques sont rejetés en bas et sur le côté du cerveau par le développement du cervelet (fig. 179 et 180) et recouverts en partie en avant par les hémisphères cérébraux; pour les bien voir, il faut donc enlever le cervelet et les hémisphères; on voit alors qu'ils sont constitués par deux corps blancs, ovoïdes, assez volumineux; sur la ligne médiane ils sont réunis par une commissure transversale mince qui passe au-dessus de l'aqueduc de Sylvius et se continue en arrière avec la valvule de Vieussens. Les nerfs optiques naissent de toute la surface des lobes optiques. La *base* du cerveau moyen, séparée par des sillons transversaux de la moelle allongée et du cerveau intermédiaire, est constituée par les *pédoncules cérébraux*. Les lobes optiques sont creusés d'une cavité qu'on peut voir en enlevant leur voûte, *toit des lobes optiques*, et qui communique avec l'aqueduc de Sylvius.

La *partie supérieure du cerveau intermédiaire* ne peut être vue qu'après l'ablation du cervelet. On y voit alors l'ouverture supérieure du troisième ventricule limitée en arrière par la *commissure postérieure* qui n'est autre chose que la partie la plus antérieure de la commissure des lobes optiques; à ce niveau elle présente la *glande pinéale*. Sur les côtés de cette ouverture se trouvent deux saillies grisâtres, bien formées, mais peu volumineuses; ce sont les *couches optiques* qui se continuent en arrière avec les lobes optiques, en avant avec les

Digitized by Google

hémisphères ; en bas les couches optiques se prolongent dans la masse grise de l'infundibulum. A la partie inférieure du cerveau intermédiaire, on rencontre les mêmes parties que chez lès reptiles, l'infundibulum ou le *tuber cinerum* avec la tige *pituitaire* et l'*hypophyse* et en outre en arrière de la commissure des nerfs optiques un petit mamelon, représentant des lobes inférieurs des poissons.

Le *cerveau antérieur* a la forme d'un cœur de carte à jouer. Il est gris-rougeâtre, volumineux et s'étend en arrière jusqu'au cervelet. Une scissure hémisphérique profonde le divise en deux *hémisphères*. Chaque hémisphère cérébral a une face supérieure convexe, une face inférieure concave et une face interne plane accolée à la face interne de l'autre hémisphère. La face supérieure est lisse ; cependant on y remarque une dépression longitudinale parallèle à la scissure interhémisphérique et qui sépare du reste de l'hémisphère comme une nouvelle ébauche de circonvolution de chaque côté de la scissure médiane. Ce sillon est quelquefois rejoint à sa partie antéro-externe par un autre sillon à direction presque transversale ; ces sillons sont plus prononcés chez les perroquets, les pies, que chez les oiseaux inférieurs, comme le pigeon ou le poulet. En arrière, les hémisphères cérébraux sont réunis par une commissure transversale, *commissure antérieure*, qui se voit en avant des couches optiques et du troisième ventricule, après l'ablation du cervelet et l'écartement des hémisphères. A la face inférieure des hémisphères se voit un sillon peu prononcé, ébauche de la *scissure de Sylvius* des mammifères.

Quand on incise la face supérieure ou la face interne

Digitized by Google

des hémisphères cérébraux, on tombe dans les ventricules latéraux. Sur une coupe transversale, ces ventricules sont de simples fentes et leur partie externe et inférieure est occupée par la saillie des *corps striés*. Les oiseaux n'ont pas de *corps calleux* comme on en trouve chez les mammifères.

On voit par la description qui précède que le cerveau des oiseaux se rapproche beaucoup de celui des reptiles dont le distingue surtout le développement des hémisphères cérébraux et du cervelet; mais il n'y a là que des différences quantitatives et en réalité les deux cerveaux sont construits sur le même type; du reste, à en juger d'après le crâne, on retrouve dans certaines espèces d'oiseaux fossiles les caractères du cerveau des reptiles, savoir la forme allongée du cerveau et le volume du cerveau moyen. On sait d'ailleurs quelles étroites affinités zoologiques unissent les oiseaux aux reptiles.

Organes des sens. — La *sensibilité tactile* est surtout localisée dans le bec, où l'on trouve des corpuscules tactiles spéciaux et dans la langue, du moins chez certaines espèces. La *vision* est très développée. L'œil se présente sous deux types différents. Aplati chez les oiseaux nageurs, comme chez les poissons, il est au contraire fortement convexe chez la plupart des autres espèces, forme qui est évidemment en rapport avec les conditions différentes de la vision chez ces animaux. L'œil est du reste construit sur le même plan général que chez les reptiles, comme le prouve l'existence d'un peigne, seulement beaucoup plus développé. L'appareil d'accommodation est très perfectionné, le muscle ciliaire et l'iris sont composés de fibres striées et

Digitized by Google

non plus de fibres lisses comme chez les autres vertébrés, ce qui donne à la vue une puissance extrême et la facilité de s'adapter rapidement aux distances les plus variables. L'*oreille* n'atteint pas, même chez les oiseaux chanteurs, un développement comparable à celui de l'œil. Le conduit auditif externe est tout à fait rudimentaire; la caisse du tympan ressemble à celle des reptiles et les osselets sont aussi réduits à un seul, la *columelle*, sauf chez les aigles, chez lesquels on trouve un rudiment de chaîne des osselets. Le labyrinthe a trois canaux demi-circulaires, mais le limaçon a encore une forme très simple et une organisation bien moins compliquée que chez les Mammifères. L'*odorat* paraît assez obtus chez les oiseaux d'après les expériences récentes de Alphonse Milne-Edwards. Le *goût* doit être aussi très peu développé, vu la dureté des papilles de la langue, sauf peut-être chez le perroquet dont la langue est molle et riche en papilles.

Je ne m'étendrai pas sur les *phénomènes instinctifs* et *psychiques* que présentent les oiseaux, il y aurait là un chapitre beaucoup trop long et d'ailleurs les faits pris en eux-mêmes sont familiers à tous les lecteurs, quoique les interprétations varient suivant le point de vue auquel se place l'observateur. Les *instincts*, si développés chez les oiseaux, se révèlent dans la recherche de leur nourriture, de leur toilette, dans tous les détails de leur vie solitaire ou sociale, dans leurs migrations, mais surtout dans tous les actes qui concernent la conservation de l'espèce, et spécialement dans la construction de leurs nids. Leurs *passions* sont en général vives, surtout au moment des amours; c'est l'époque des chants à perdre haleine, des

Digitized by Google

combats sans merci entre les mâles, des jalousies envers la femelle, des manifestations provocantes et variées du désir ou des manifestations orgueilleuses de l'amour satisfait ; c'est le ménage à deux avec toutes ses tendresses réciproques et les soins empressés pour les jeunes tant qu'ils ne peuvent se suffire à eux-mêmes dans la recherche de la nourriture ; ce sont les luttes contre la proie vivante avec toutes les ressources du courage ou de la ruse, de l'audace poussée jusqu'à la témérité comme chez l'aigle, ou de la prudence poussée jusqua la lâcheté comme chez le vautour. Mais même en dehors de ces conditions, on trouve chez les oiseaux des passions dues à d'autres causes, la sympathie pour leurs semblables, l'affection pour les personnes qui les entourent et qui sont bonnes pour eux, la jalousie, en un mot tout le cortège des passions dites humaines ; les perroquets, comme les enfants auxquels on les a comparés, sont capricieux, vindicatifs, jaloux et susceptibles d'amitiés et de haines, aussi inexplicables les unes que les autres. Les moyens d'expression des états émotionnels de l'oiseau, résident dans son vol, dans les mouvements de ses ailes et de sa tête, mais surtout dans sa voix ; cette voix, qu'elle soit une imitation comme celle du perroquet, ou un chant naturel comme celui du rossignol, peut rendre toutes les variations de la passion et peut-être constitue-t-elle pour eux, mieux encore qu'un simple moyen d'expression, mais un véritable langage.

L'*intelligence* des oiseaux ne peut être niée que par les observateurs de parti pris. Leur mémoire est en général très fidèle et assez étendue ; cependant elle varie suivant les espèces ; le rouge-gorge, par exemple, se lais-

Digitized by Google

sera prendre plusieurs fois de suite au même piège, tandis que le moineau, pris une fois n'y revient plus. Quelques oiseaux s'apprivoisent avec la plus grande facilité, et leur éducation peut atteindre un assez haut degré. Mais ce n'est pas un simple dressage par l'homme qu'on rencontre chez les oiseaux, c'est une véritable éducation spontanée, due uniquement aux conditions dans lesquelles ils se trouvent placés, et par conséquent à l'expérience personnelle. Les nids des jeunes oiseaux sont moins bien faits que ceux des vieux et ils sont moins adaptés à l'endroit où ils les ont construits ; les jeunes sont moins prudents, plus étourdis ; les corbeaux des villes n'ont pas peur d'un fusil, tandis que ceux des campagnes fuient dès qu'ils en aperçoivent un au loin. On trouve, en somme, chez ces animaux, une ébauche de raisonnement et de jugement, et il serait absolument impossible d'expliquer tous leurs actes par l'instinct seul.

CHAPITRE XIV

VERTÉBRÉS

— Suite —

MAMMIFÈRES

Les centres nerveux des mammifères présentent suivant les ordres, des différences beaucoup plus grandes que celles que nous avons trouvées chez les oiseaux

Digitized by Google

La *moelle épinière* (fig. 182 et 183) est cependant construite sur un plan à peu près uniforme chez tous les mammifères et chez l'homme. On y rencontre les deux renflements, cervical et lombaire, le cône médullaire et le fil terminal. Un *sillon collatéral postérieur*, très marqué chez certaines espèces, comme le cheval, divise chaque moitié de la moelle en *cordon postérieur* et *cordon antéro-latéral* (fig. 184).

Le *bulbe rachidien (moelle allongée)* est volumineux. Il présente, sur sa face antérieure (fig. 185), le sillon médian qui prolonge le sillon longitudinal antérieur de la moelle, et de chaque côté de ce sillon, les pyramides antérieures, qui s'entre-croisent à ce niveau *(décussation des pyramides)* et plus en dehors, les *olives*, petites saillies ovoïdes en dedans desquelles émergent les racines du nerf hypoglosse (fig. 185, XII).

Chez les mammifères inférieurs, l'olive est très réduite et cachée dans la profondeur du bulbe (fig. 186 et 187) ; elle apparaît, mais très petite encore, chez les singes inférieurs (fig. 188). Chez les singes supérieurs et les cétacés, elle a à peu près le même volume que chez l'homme. Les pyramides antérieures sont aussi beaucoup plus petites chez les mammifères inférieurs.

La face postérieure du bulbe (fig. 189) présente des parties qui ont été déjà décrites dans les pages précédentes et pour les détails desquelles je renvoie à la légende qui accompagne la figure.

Il en est de même de la face latérale du bulbe représentée dans la figure 190.

Le *cervelet* comprend le *lobe médian* ou *vermis* et deux *lobes latéraux* ou *hémisphères*. Chez les mammi-

Digitized by Google

fères inférieurs, comme les marsupiaux par exemple (fig. 191), le lobe médian est plus développé que les lobes latéraux ; il en est de même chez les édentés, les chauves-souris, quoique ces lobes latéraux soient déjà un peu plus volumineux ; ils augmentent encore plus chez les rongeurs (fig. 192) ; chez les solipèdes, les ruminants, les carnivores, ils deviennent plus volumineux que le vermis et acquièrent leur maximum de volume chez les cétacés, l'éléphant, les singes supérieurs et surtout chez l'homme.

Les figures 193 et 194 représentent les deux faces du cervelet humain, et la légende explicative qui les accompagne donne les divers détails de structure que l'on rencontre sur ces deux faces. A part même le plus ou moins de développement des hémisphères et des lamelles qui composent le cervelet, on rencontre chez certaines espèces des caractères qui le différencient. C'est ainsi que chez les mammifères inférieurs, au *flocculus* ou *lobule* du pneumogastrique (F*l*, fig. 193), s'ajoute souvent un lobule accessoire, *lobule auriculaire*, qui se loge dans une fossette du rocher circonscrite par le canal demi-circulaire supérieur ; très développé chez les marsupiaux (fig. 191), les rongeurs (fig. 192), les carnassiers et chez l'ateles, il est très réduit chez les singes de l'ancien continent et manque chez les éléphants, les primates et l'homme ; on trouve cependant quelquefois chez ce dernier un petit *flocculus* accessoire qui en est probablement le représentant. Le flocculus est du reste lui-même très compliqué chez les carnassiers, les ruminants, les rongeurs et la plupart des pachydermes.

Les lamelles du cervelet sont quelquefois disposées,

Digitized by Google

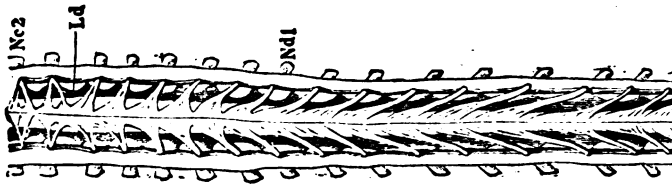


Fig. 182. — *Vue antérieure de la moelle de l'h*

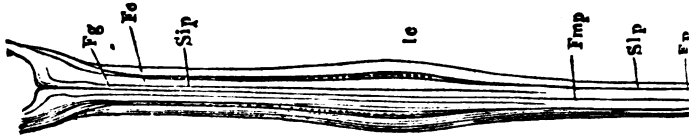


Fig. 183. — *Vue postérieure de la m*

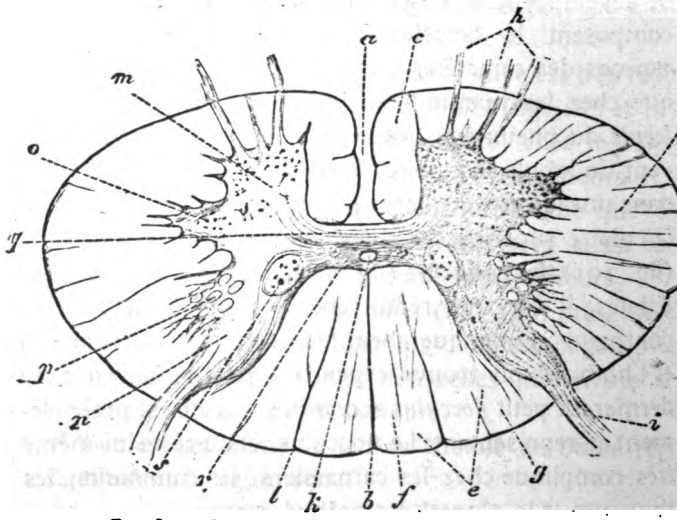
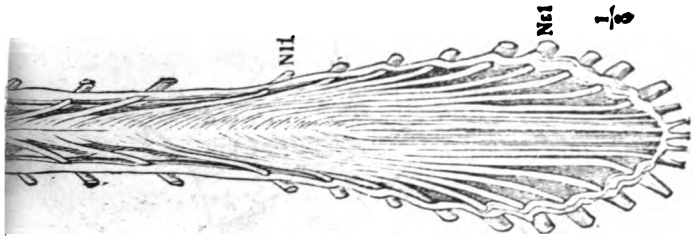
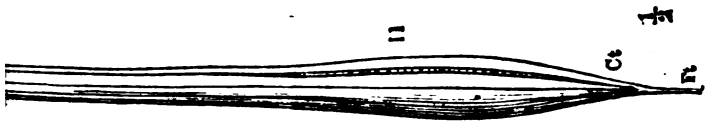


Fig. 184. — *Section transversale de la moelle de l'homme* ***

Digitized by Google



avec les racines nerveuses qui en partent *.



après l'ablation des racines nerveuses **.

* Les racines nerveuses sortent à travers la dure-mere.
Entre la dure-mère et la moelle se trouve le ligament dentelé, L*d*;
N*c*2, deuxième nerf cervical;
N*d*1, premier nerf dorsal;
N*l*1, premier nerf lombaire;
N*s*1, premier nerf sacré (Edinger, d'après Henle).

** Ic, renflement cervical de la moelle, correspondant à l'origine des nerfs du membre supérieur;
Il, renflement lombaire correspondant à l'origine des nerfs du membre inférieur;
F*mp*, sillon médian longitudinal postérieur;
F*p*, cordons postérieurs;
S*ip*, sillon postérieur intermédiaire;
F*g*, cordon grêle;
F*c*, cordon cunéiforme;
F*l*, cordon latéral;
C*t*, cône terminal;
F*t*, fil terminal (Edinger, d'après Henle).

*** Région cervicale de la moelle (grossiss. 10):
f, cordons postérieurs;
ii, substance gélatineuse de la corne postérieure;
k, racines postérieures;
l, racines antérieures;
c, sillon médian postérieur;
b, canal central de la moelle;
a, sillon médian antérieur;
g, cornes antérieures;
h, cornes postérieures;
e, cordon latéral (Stilling).

Digitized by Google

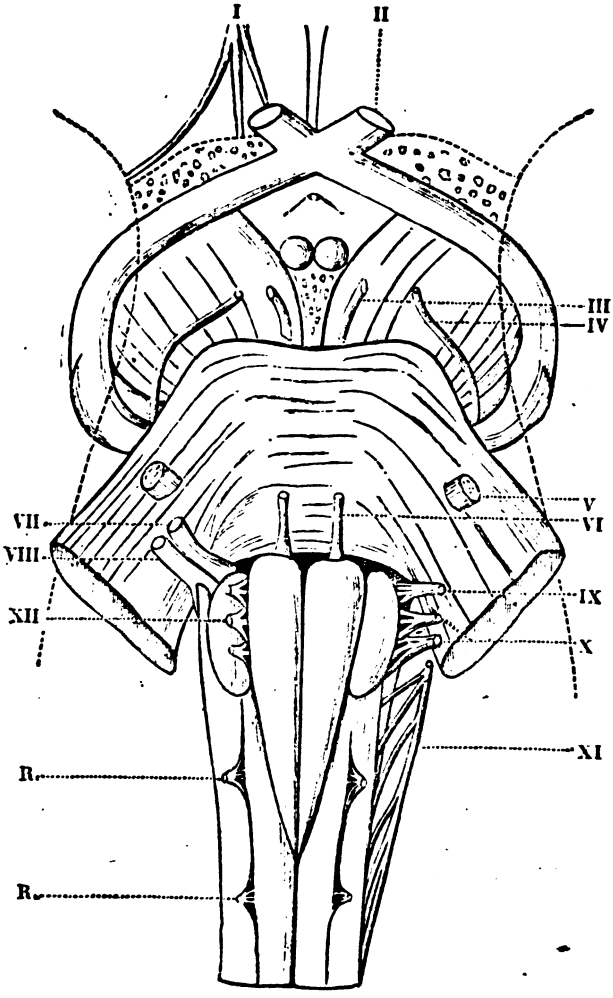


FIG. 185. — *Face antérieure du bulbe et partie moyenne de la base de l'encéphale* *.

* I à XII, nerfs crâniens (Huguenin).

Digitized by Google

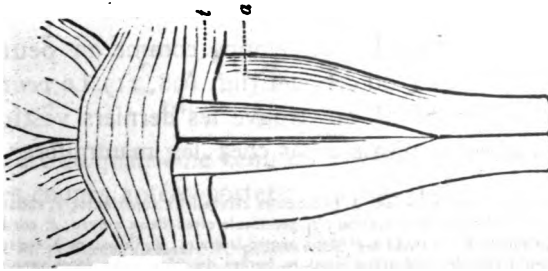


FIG. 186. — *Face antérieure du bulbe et de la protubérance du mouton*.*

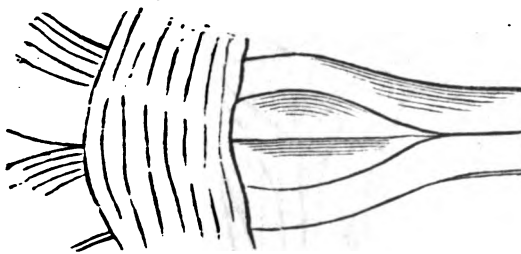


FIG. 187. — *Face antérieure du bulbe et de la protubérance du phoque.*

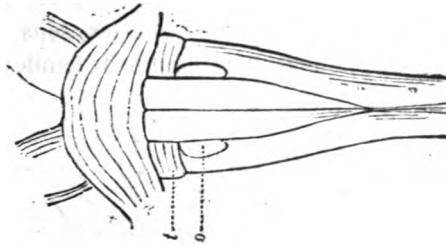


FIG. 188. — *Face antérieure du bulbe et de la protubérance du singe cynocéphale **.*

* *a*, cordon antéro-latéral ; *t*, corps trapézoïdes (Huguenin).
** *t*, corps trapézoïdes ; *o*, olive (Huguenin).

Digitized by Google

comme chez le chat, le cheval, etc., en lobules très irréguliers s'enroulant dans tous les sens au lieu de constituer des lamelles régulièrement feuilletées.

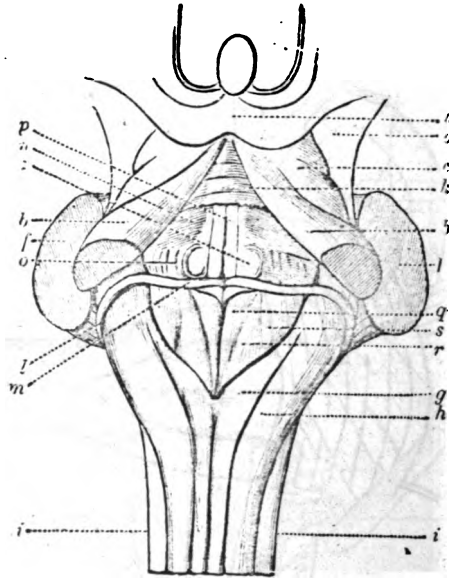


Fig. 189. — *Face postérieure du bulbe et de la protubérance* *.

L'arbre de vie est très développé comme on peut le voir sur des coupes du cervelet (fig. 198, 11). Le *ventricule cérébelleux*, dont on trouve les derniers vestiges chez les oiseaux, n'existe pas chez les mammifères et

* *a*, tubercules quadrijumeaux; *b*, pédoncules cérébelleux supérieurs; *c*, ruban de Reil *(lemniscus)*; *d*, pédoncule cérébral; *f*, pédoncule cérébelleux moyen; *g*, cordons grêles; *h*, cordons cunéiformes : *i*, cordons antéro-latéraux; *k*, valvule de Vieussens; *l*, racine superficielle du nerf acoustique; *m*, barbes du calamus; *n*, *locus cœruleus*; *o*, noyau de l'acoustique; *p*, cordons ronds; *q*, noyau de l'hypoglosse; *r*, noyau du pneumogastrique; *s*, noyau de l'acoustique (sa partie inférieure); *ɣ*, saillie du coude du facial (Huguenin).

Digitized by Google

rès n'est représenté que par le petit espace triangulaire qui de se trouve à la jonction des deux moitiés de la face supé-

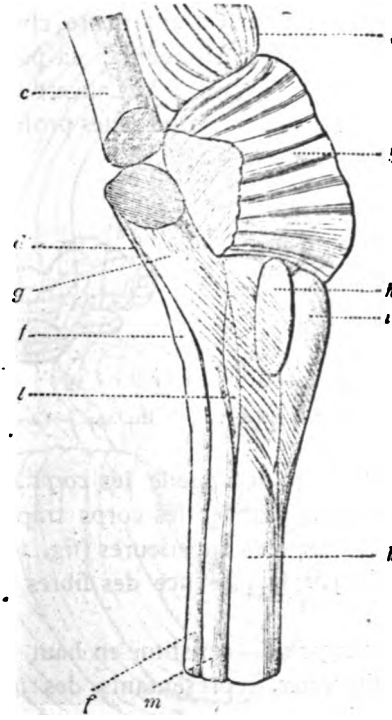


FIG. 190. — *Face latérale du bulbe* *.

rieure du quatrième ventricule et qui est bien visible sur des coupes antéro-postérieures (fig. 198).

* *a*, pédoncule cérébral ; *b*, protubérance annulaire ; *c*, pédoncule cérébelleux supérieur ; *d*, masse du pédoncule cérébelleux inférieur comprenant le cordon grêle, *e*, et le cordon cunéiforme avec le corps restiforme, *g* ; *h*, olive ; *i*, pyramide antérieure ; *fm*, cordons postérieurs de la moelle ; *k*, cordon latéral ; *l*, tubercule de Rolando (Huguenin).

Digitized by Google

La *protubérance annulaire* ou *pont de Varole*, très peu développée chez les marsupiaux et les monotrèmes, l'est un peu plus chez les carnivores et les autres mammifères inférieurs. A sa face antérieure, chez ces espèces, les fibres superficielles manquent à sa partie inférieure (fig. 186 et 188), laissant à découvert les pyramides antérieures et les fibres transversales profondes ; celles-

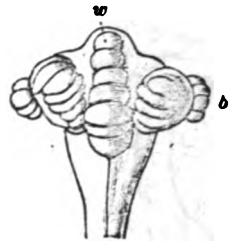


FIG. 191. — *Cervelet de kanguroo* *.

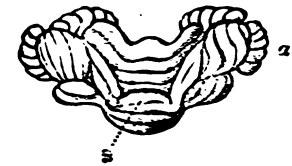


FIG. 192. — *Cervelet de lapin* **.

ci constituent ce qu'on appelle les *corps trapézoïdes*, *t*, situés au-dessus de l'olive; les corps trapézoïdes manquent chez les espèces supérieures (fig. 187) ou plutôt sont masqués par la présence des fibres transversales superficielles.

Le *cerveau moyen* est constitué en haut par les *tubercules quadrijumeaux*, représentants des *lobes optiques* des vertébrés inférieurs, en bas par les *pédoncules cérébraux*. Mais pour bien comprendre sa conformation chez les mammifères il faut l'examiner sur une coupe transversale. On voit alors (fig. 195) qu'il se compose de trois parties ou *étages* superposés: un *étage inférieur*, *a*,

* *w*, lobe médian; *b*, lobes latéraux (Leuret et Gratiolet).

** *w*, lobe médian; *a*, lobes latéraux. Le cervelet est vu en arrière et d'en haut (Leuret et Gratiolet).

Digitized by Google

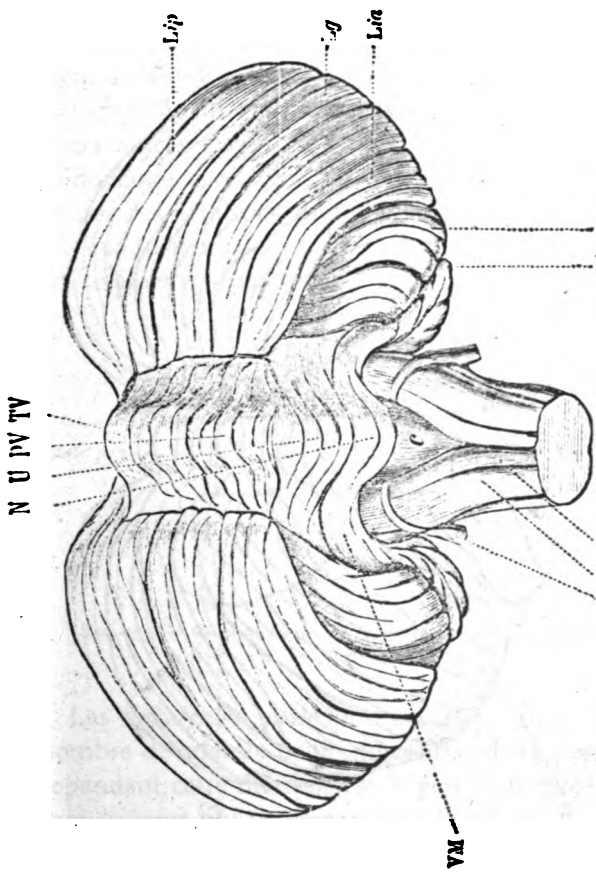


Fig. 193. — Face inférieure du cervelet de l'homme *.

* N, nodule; U, uvula ou luette; PV, pyramide du vermis; TV, tubercule du vermis; Fl, *flocculus* ou lobule du pneumogastrique; *t*, amygdale; VM, valvule de Tarin; Lia, lobule inférieur et antérieur; Lg, lobule grêle; Lip, lobule inferieur et postérieur; *a*, corps restiforme; *b*, cordon grêle; *c*, plancher du 4e ventricule. Le cervelet est soulevé, éloigné du bulbe et réfléchi en haut et en avant (Huguenin).

Digitized by Google

formé par les pédoncules cérébraux proprement dits; un *étage moyen*, *b*, ou *calotte* (*Haube* des auteurs alle-

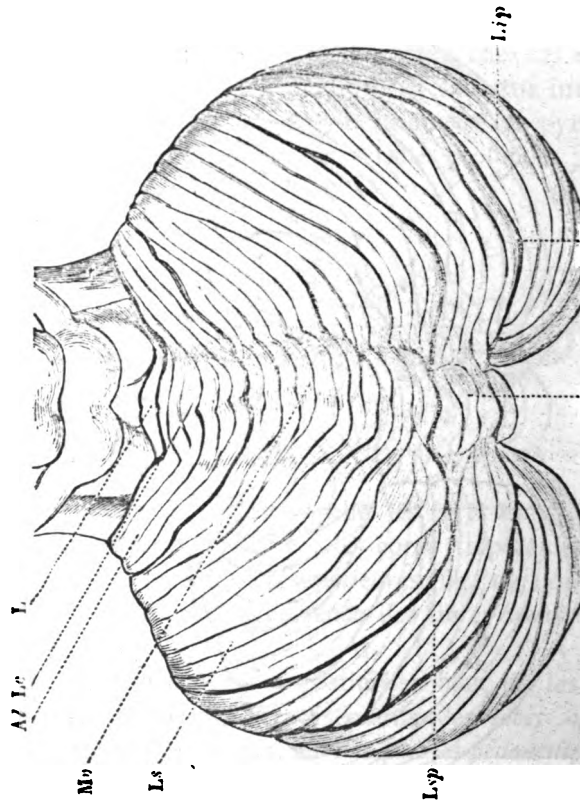


FIG. 194. — *Face supérieure du cervelet humain* *.

mands) qui contient les pédoncules cérébelleux supérieurs, *d*, et un *étage supérieur*, *c*, formé par les tuber-

* Sbm, grande scissure horizontale; Lip, lobe inférieur et postérieur; Lsp, lobe supérieur et postérieur; L, *lingula*; Lc, lobule central; Mv, éminence du vermis supérieur; Fc, *folium cacuminis* ou lobule terminal; Al, aile du lobule central; Ls, lobule supérieur et antérieur (Huguenin).

Digitized by Google

cules quadrijumeaux; c'est dans cet étage que se trouve l'*aqueduc de Sylvius*. Quand on examine des coupes semblables dans la série des mammifères, on voit peu à peu, à mesure qu'on s'élève dans la série, le volume de l'étage inférieur augmenter relativement au volume des deux autres étages; c'est qu'en effet le volume des pédoncules cérébraux est en rapport avec le volume même des hémisphères cérébraux dont ils représentent les conducteurs pour les impressions conscientes et les mouvements volontaires.

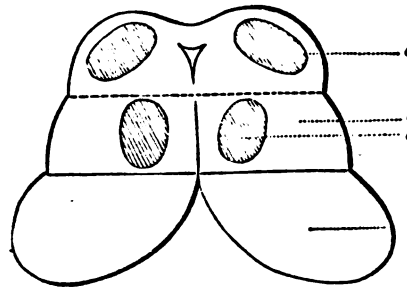


FIG. 195. — *Coupe au travers de la région des tubercules quadrijumeaux postérieurs* *.

Les *tubercules quadrijumeaux* (fig. 196) sont au nombre de quatre : deux antérieurs, deux postérieurs ; cependant cette division est à peine indiquée chez les monotrèmes qui se rapprochent à ce point de vue des oiseaux. D'une façon générale leur volume diminue relativement à celui du cerveau et spécialement à celui

* *a*, étage inférieur ou pédoncule cérébral ; *b*, étage moyen ou *calotte*, contenant les pédoncules cérébelleux supérieurs, *d* ; *c*, étage supérieur ou tubercules quadrijumeaux (d'après Huguenin). La figure, un peu trop schématique, ne représente pas la forme réelle que les trois étages présentent sur une coupe.

Digitized by Google

des couches optiques à mesure qu'on s'élève dans la série, et leur grandeur, comme le dit Gratiolet, est un signe d'abaissement; très petits chez l'homme, les pri-

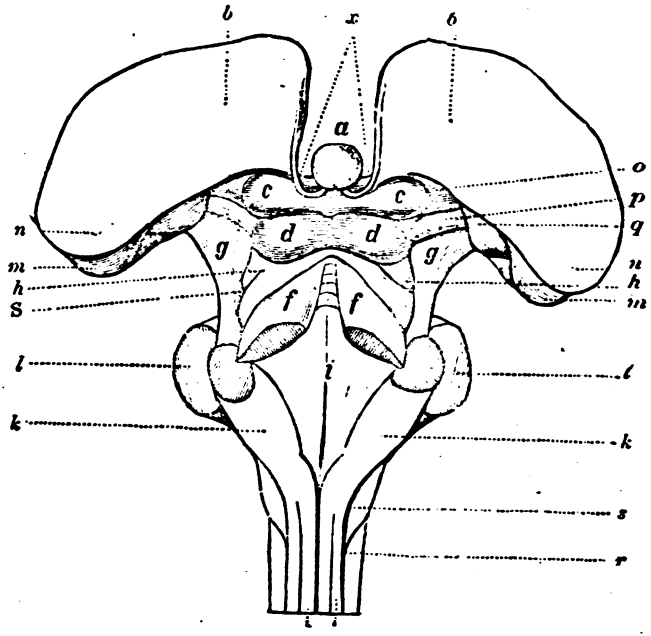


Fig. 196. — *Tubercules quadrijumeaux* *.

mates, l'éléphant, ils sont plus gros chez les ruminants et les carnivores et plus volumineux encore chez les marsupiaux et les rongeurs. Ils ne contiennent pas de

* *a*, ventricule moyen; *b*, couches optiques; *c*, tubercules quadrijumeaux antérieurs; *d*, tubercules quadrijumeaux postérieurs; *f*, pédoncule cérebelleux superieur; *g*, pédoncule cérébral; *h*, *lemniscus* (ruban de Reil); *i*, quatrième ventricule; *k*, pédoncules cérébelleux inferieurs; *l*, pedoncule cérebelleux moyen; *m*, corps genouillé externe; *q*, corps genouillé interne; *n*, couche optique; *o*, bras du tubercule quadrijumeau antérieur; *p*, bras du tubercule postérieur (Huguenin).

Digitized by Google

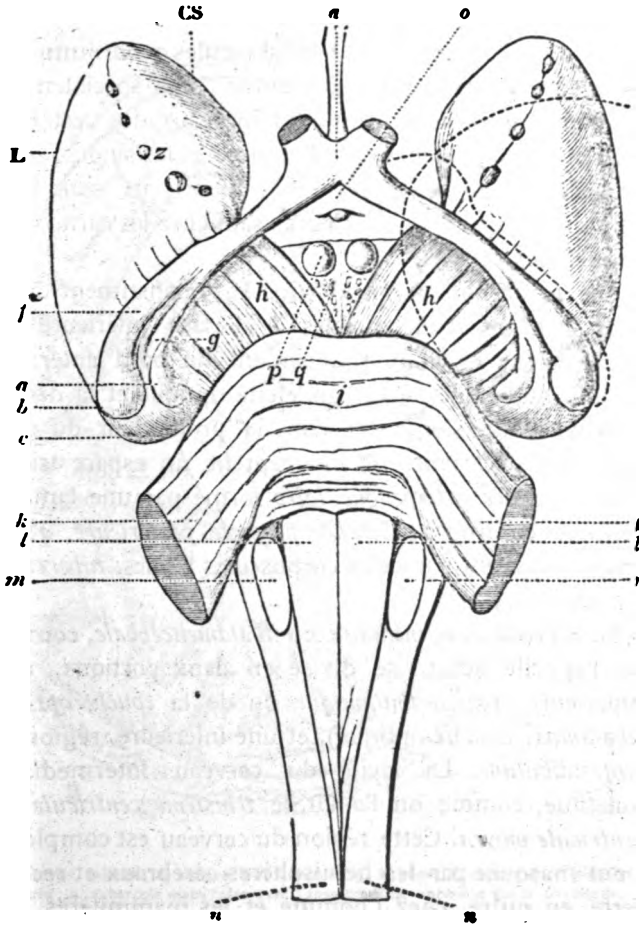


FIG. 197. — *Bulbe, protubérance et pédoncules cérébraux, vus par leur face inférieure* *.

* *a*, chiasma des nerfs optiques; *b*, corps genouillé externe; *c*, couche optique; *d*, corps genouillé interne; *f*, portion de la bandelette optique allant au corps genouillé interne; *b*,*b*, pédoncules cérébraux; *i*, pont de Varole; *k*,*k*, pédoncules cérébelleux moyens; *l*, pyramides antérieures: *m*, olives; *n*, cordons antéro-latéraux de la moelle; *o*, infundibulum et tige pituitaire; *p*, tubercules mamillaires; *q*, substance perforée postérieure; CS, corps strié (noyau intra-ventriculaire ou caudé); L, noyau lenticulaire (extra-ventriculaire).

Digitized by Google

cavité dans leur intérieur. Les tubercules quadrijumeaux antérieurs *(nates)*, qui représentent plus spécialement les homologues des tubercules bijumeaux des vertébrés inférieurs, sont blancs chez l'homme et les singes, gris-rougeâtre chez les autres mammifères; ils sont plus volumineux que les postérieurs, sauf chez les carnivores et quelques cétacés.

Les *pédoncules cérébraux* (fig. 197) constituent deux gros cordons, bien visibles à la face inférieure de l'encéphale; ils vont obliquement du bord antérieur de la protubérance à la bandelette optique et là disparaissent pour s'enfoncer dans la profondeur du cerveau. En s'écartant, ils interceptent un espace triangulaire, *espace interpédonculaire* formé par une lamelle perforée de trous, *substance perforée postérieure, q*, et limitée en avant par deux corpuscules blancs, *tubercules mamillaires, p*.

Le *cerveau intermédiaire* ou *thalamencéphale*, comme on l'appelle aussi, se divise en deux portions, une supérieure, *région thalamique* ou de la *couche optique (thalamus*, couche optique), et une inférieure, région de l'*infundibulum*. La cavité du cerveau intermédiaire constitue, comme on l'a vu, le *troisième ventricule* ou *ventricule moyen*. Cette région du cerveau est complètement masquée par les hémisphères cérébraux et recouverte, en outre, chez l'homme et les mammifères par des parties nouvelles qui n'existent pas chez les vertébrés inférieurs, et dont on peut se faire facilement une idée soit sur des coupes antéro-postérieures (fig. 198) soit sur des coupes transversales (fig. 199). Ces parties qu'il faut enlever successivement pour mettre à découvert

Digitized by Google

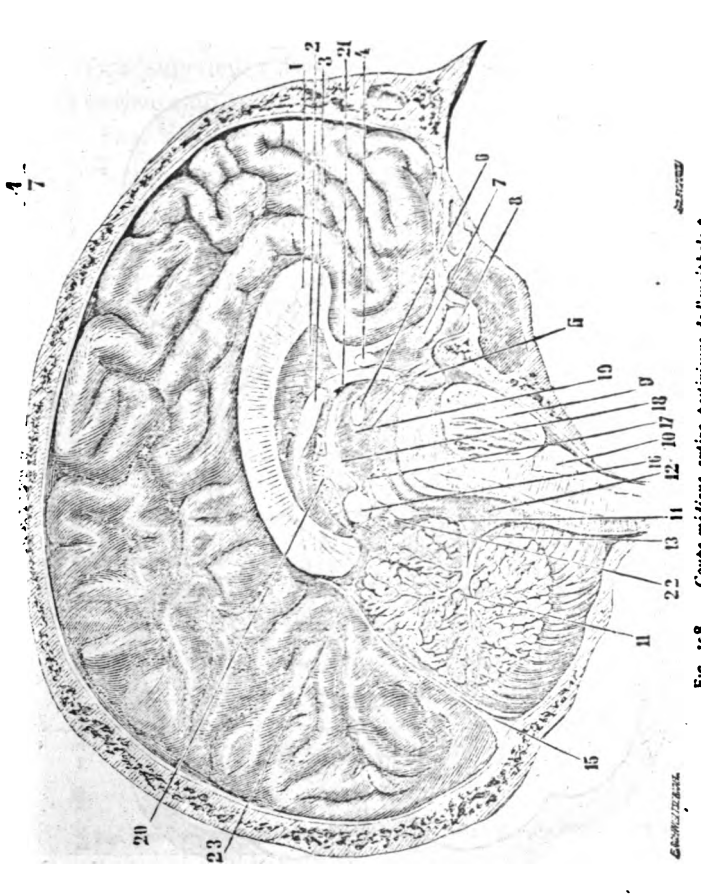


FIG. 198. — *Coupe médiane antéro-postérieure de l'encéphale* *.

* 1, corps calleux; 2, cloison transparente; 3, trigone; 4, commissure blanche antérieure; 5, tubercule mamillaire avec l'anse du pilier antérieur qui le contourne; 6, commissure grise; 7, nerf optique; 8, corps pituitaire; 9, protubérance; 10, bulbe; 11, arbre de vie du cervelet; 12, aqueduc de Sylvius; 13, valvule de Tarin; 14, valvule de Vieussens; 15, tente du cervelet; 16, glande pinéale; 17, son pédoncule inférieur; 18, son pédoncule supérieur; 19, face interne de la couche optique formant la paroi latérale du ventricule moyen; 20, toile choroïdienne recouvrant la face supérieure de la couche optique; 21, trou de Monro; 22, tubercules quadrijumeaux; 23, partie moyenne de la grande fente de Bichat (d'après Leuret et Gratiolet, *Anatomie comparée du système nerveux*. Paris, 1838-1857, et Ludovic Hirschfeld, *Névrologie*, Paris, 1853.)

Digitized by Google

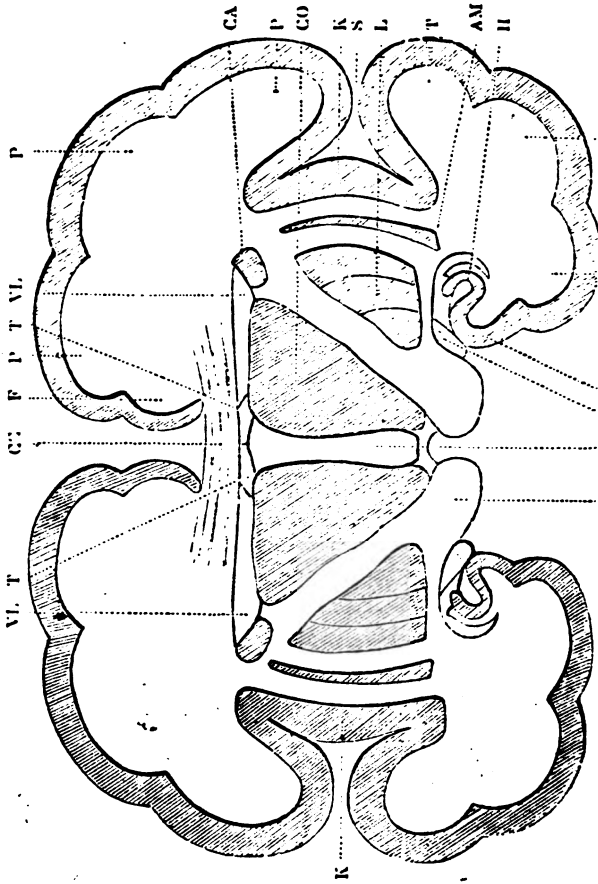


FIG. 199. — *Figure schématique d'une coupe transversale du cerveau au niveau de la partie moyenne du troisième ventricule* *.

* FE, pédoncule cérébral, d'où naît la capsule interne placée à ce niveau entre la couche optique, CO, et le noyau extra-ventriculaire, L, du corps strié; *a*, cavité du troisième ventricule; CC, corps calleux; T, T, le trigone; VL, VL, les ventricules latéraux; S, scissure de Sylvius; K, écorce grise du lobule de l'insula; L, noyau lenticulaire (extra-ventriculaire) du corps strié; AM, avant-mur placé dans la capsule externe; CA, noyau caudé ou intra-ventriculaire du corps strié (extrémité postérieure, effilée de ce noyau); P, P, P, circonvolutions pariétales; T¹, T², T³, circonvolutions temporales; CH, circonvolutions de l'hippocampe; H, coupe de l'hippocampe; F, circonvolutions frontales (Huguenin).

Digitized by Google

la face supérieure des couches optiques et l'ouverture supérieure du ventricule moyen sont en allant de haut en bas, le corps calleux (1, fig. 198, et CC, fig. 199), le

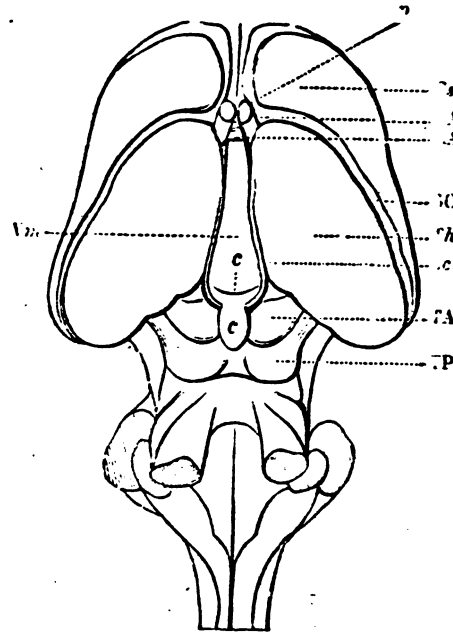


FIG. 200. — *Face supérieure et rapports des ganglions de la base du cerveau* *.

trigone cérébral (3, fig. 198, et T, T, fig. 199) et la toile choroïdienne (20, fig. 198) ; on a alors l'aspect représenté dans la figure 200.

* T*b*, couche optique ; V*m*, ventricule moyen ; *c*, glande pinéale et en avant d'elle la commissure postérieure ; *p*, section des piliers antérieurs du trigone ; C*s*, corps strié (noyau caudé ou intra-ventriculaire) ; PA, piliers antérieurs du trigon CA, commissure antérieure ; SC, lame cornée ; *pc*, pédoncules de la glande pinéale, T*a* et T*p*, tubercules quadrijumeaux. Le trigone a été enlevé (Huguenin).

Digitized by Google

La région de la couche optique comprend les *couches optiques*, T*b*, la *glande pinéale*, *c*, et la *commissure postérieure*.

Les *couches optiques* forment les parties latérales du ventricule moyen et sont réunies par une lamelle grise, *commissure molle*, bien développée chez les mammifères. Leur face externe répond aux fibres blanches qui rayonnent des pédoncules cérébraux vers les hémisphères en constituant la *capsule interne* (fig. 199, partie blanche comprise entre CO et L), capsule interne qui les sépare des corps striés. Leur extrémité postérieure épaissie, *pulvinar*, présente la saillie du *tubercule genouillé externe* (fig. 196, *m*). Le pulvinar est bien plus développé chez l'homme et chez les singes. Chez les mammifères inférieurs, les couches optiques sont situées *en arrière* des corps striés, tandis que chez les mammifères supérieurs, comme le dauphin, le marsouin, les singes, les rapports des deux ganglions sont les mêmes que chez l'homme et tels qu'ils sont indiqués sur la figure 199.

La *glande pinéale* a à peu près la même disposition que chez les oiseaux.

Les *tubercules mamillaires* (fig. 197, *p*) sont au nombre de deux chez l'homme et les singes, mais chez tous les autres mammifères ils sont constitués par une saillie unique médiane. Ils n'existent que chez les mammifères et leur développement est lié à celui du trigone cérébral qui manque aussi chez tous les vertébrés inférieurs.

Le *cerveau antérieur* est constitué par les *hémisphères* cérébraux. Ces hémisphères se divisent comme on l'a vu, en partie basilaire et manteau des hémisphères ; ils renferment dans leur intérieur la cavité des ventricules

Digitized by Google

cérébraux ; enfin, ils sont unis par un système de commissures que je décrirai en premier lieu.

Le *système commissural des hémisphères* se voit bien sur des coupes antéro-postérieures (fig. 198) et sur des coupes transversales (fig. 201). Il comprend la *commissure antérieure* (fig. 198, 4), le *corps calleux* (fig. 198, 1), le *trigone* (fig. 198, 3) et une cloison médiane, le *septum lucidum* (fig. 198, 2), interceptée par ces deux dernières commissures.

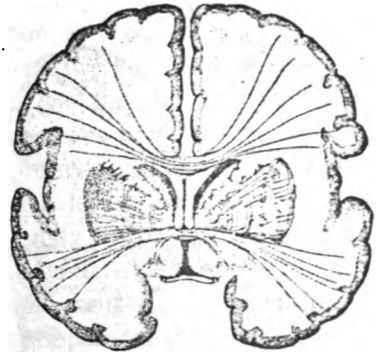


Fig. 201. — *Coupe frontale à travers le cerveau antérieur* *.

La *commissure antérieure* existe, comme nous l'avons vu, chez tous les vertébrés. Son volume est en général en rapport inverse de celui du trigone ; elle est très grosse chez les marsupiaux et les monotrèmes, relativement assez grosse chez les singes, très petite, au contraire, chez quelques cétacés. Elle est située dans la

* On y voit en haut les fibres transversales du corps calleux, en bas les fibres transversales de la commissure antérieure qui vont se perdre dans le lobe temporal. Un petit faisceau, situé au-dessous des fibres précédentes et plus développé chez les animaux que chez l'homme, unit les deux régions olfactives, il a sur la figure forme d'une anse à concavité inférieure (Edinger).

Digitized by Google

paroi antérieure du troisième ventricule, à la partie supérieure de la lame terminale ; sa face postérieure libre se voit en avant, dans la cavité du troisième ventricule en arrière des piliers antérieurs du trigone (fig. 198, 6, et 200, CA) ; elle s'enfonce ensuite de chaque côté dans le corps strié, en avant de la bandelette optique et parallèlement à cette bandelette et se perd dans le lobe temporal de chaque côté (fig. 201). Elle a la forme d'un fer à cheval à convexité antérieure. Les fibres qui la constituent sont tordues en spirale.

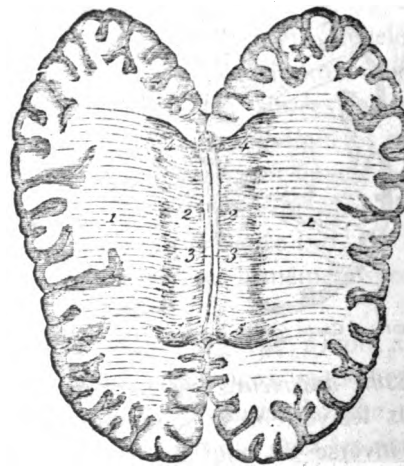


FIG. 202. — *Face supérieure du corps calleux du cheval* *.

Le *corps calleux* représente une lamelle épaisse qui s'étend au-dessus des ventricules latéraux et réunit les deux hémisphères. Sa partie moyenne se voit au fond

* 1, centre ovale; 2, fibres transverses du corps calleux; 3, nerfs de Lancisi; 4, cornes postérieures du corps calleux; 5, cornes antérieures.

Digitized by Google

de la scissure interhémisphérique quand on écarte un peu les deux hémisphères. Sur sa partie moyenne se voient deux tractus blancs, *nerfs longitudinaux de Lancisi* (fig. 202, 3). Sa face inférieure est soudée sur la ligne médiane en avant au *septum lucidum*, en arrière au trigone (fig. 198); en dehors, elle forme la paroi supérieure du ventricule latéral. Son bord antérieur, *genou du corps calleux* se termine un peu en avant de la commissure antérieure par ce qu'on appelle le *bec* du corps calleux; sa concavité embrasse le *septum lucidum*. Son bord postérieur, *bourrelet du corps calleux*, s'enroule sur lui-même et recouvre les tubercules quadrijumeaux.

Les parties latérales du corps calleux s'irradient dans les divers lobes des hémisphères, les fibres du genou dans le lobe frontal, les fibres de la partie moyenne dans le lobe pariétal, le lobe temporal et la partie inférieure du lobe occipital, les fibres du bourrelet dans les lobes temporal et occipital.

Le développement du corps calleux est en rapport avec le développement du lobe occipital. Aussi est-il tout à fait rudimentaire chez les marsupiaux et les monotrèmes; puis, il augmente peu à peu de volume, à mesure qu'on s'élève; assez gros chez les insectivores, il est volumineux chez les rongeurs, spécialement chez le castor, et plus développé encore chez les mammifères supérieurs, comme le chien, le dauphin, etc. Chez les singes, il est plus court et plus mince que chez l'homme. On a observé chez l'homme quelques cas d'absence complète du corps calleux sans qu'on ait pu les rattacher à des troubles déterminés des fonctions cérébrales.

Le *trigone (fornix, voûte à trois piliers*, fig. 203) se

Digitized by Google

compose d'un *corps*, de *piliers antérieurs* et de *piliers postérieurs*. Le *corps* constitue un triangle à base postérieure qui recouvre le troisième ventricule et les cou-

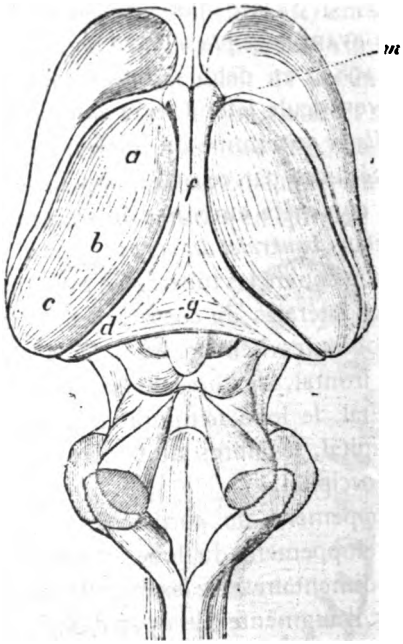


FIG. 203. — *Trigone cérébral* *.

ches optiques. Sa face supérieure est soudée, en arrière et en haut, au corps calleux, en avant au septum lucidum. Il est composé de deux moitiés qui sont soudées en avant et qui, en arrière, s'écartent en s'aplatis-

* *f*, origine des piliers antérieurs du trigone ; *d*, pilier postérieur gauche ; *g*, corps psalloïde ou lyre ; *a*, *b*, *c*, tubercules antérieur, moyen et postérieur de la couche optique ; *m*, trou de Monro (d'après Huguenin).

Digitized by Google

sant pour constituer les piliers postérieurs, etc. Ces *piliers postérieurs* se recourbent en entourant le *pulvinar* de la couche optique et se continuent avec le revêtement médullaire de la corne d'Ammon. Les *piliers* antérieurs, *f*, se portent en bas et en avant sous l'extrémité antérieure de la couche optique, en formant le bord antérieur du trou de Monro ; ils passent derrière la commissure antérieure (fig. 200, PA) et vont au tubercule mamillaire correspondant.

Le trigone existe chez tous les mammifères ; il est très développé chez les rongeurs, plus développé même, relativement, que chez l'homme.

Le *septum lucidum* ou *cloison transparente* (fig. 198,2) est constitué par deux lamelles adossées, restes des deux vésicules hémisphériques primitives qui ne se sont pas soudées, mais se sont simplement accolées à ce niveau. Elles interceptent entre elles une cavité, *cinquième ventricule*, sans communication avec les autres ventricules cérébraux. Chacune des lamelles du septum lucidum représente en réalité la paroi interne de l'hémisphère correspondant, mais à un état rudimentaire.

Les *ventricules latéraux* représentent les cavités ventriculaires des hémisphères. Chaque ventricule latéral a la forme d'une fente en C à concavité antérieure et inférieure qui entoure la partie supérieure et postérieure des pédoncules cérébraux et des ganglions de la base de l'encéphale (fig. 204, 4). On peut lui distinguer une partie supérieure et antérieure, *corne antérieure* ou *frontale*, une partie moyenne, *occipitale*, et une partie inférieure, *corne inférieure*. Chez tous les mammifères on constate l'existence des cornes antérieures et des cornes infé-

Digitized by Google

rieures, mais il s'y adjoint, chez le phoque, les singes et l'homme, un troisième prolongement, *corne postérieure*

FIG. 204. — *Coupe du corps strié et canal circumphéconculaire du ventricule latéral* *.

ou *occipitale*, 5, qui se détache de la partie moyenne et se porte vers le lobe occipital; l'existence de cette corne

* 1, noyau caudé; 2, noyau lenticulaire; 3, coupe de la commissure blanche antérieure; 4, fente du ventricule latéral, corne antérieure et corne inférieure; 5, corne postérieure (Beaunis et Bouchard).

Digitized by Google

postérieure est liée au développement du lobe occipital des hémisphères.

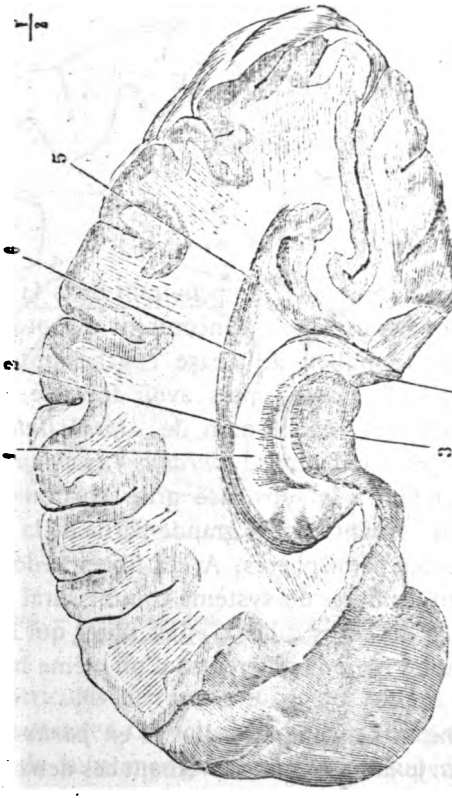


FIG. 205. — *Corne d'Ammon* *.

A la face interne de la corne inférieure se trouve une saillie, *corne d'Ammon* ou *pied d'hippocampe* (fig. 205, 1),

* 1, corne d'Ammon; 2, corps bordant; 3, corps godronné; 4, section du pilier postérieur du trigone; 5, corne postérieure du ventricule latéral; 6, partie moyenne du ventricule latéral (Beaunis et Bouchard).

Digitized by Google

qui n'est pas autre chose que la partie interne de la circonvolution de l'hippocampe (voir : Circonvolutions).

CHAPITRE XV

VERTÉBRÉS

— Suite —

MAMMIFÈRES (Suite)

Les pédoncules cérébraux, en pénétrant dans la partie basilaire des hémisphères, rencontrent d'abord sur leur trajet les gros ganglions de la base, couches optiques et corps striés; leurs fibres, après avoir traversé cette masse ganglionnaire sous le nom de *capsule interne*, s'épanouissent en irradiations, *couronne rayonnante de Reil*, qui se rendent à la substance grise corticale des hémisphères en formant la plus grande partie de la substance blanche des hémisphères. A ces fibres pédonculaires s'ajoutent les fibres du système commissural et en particulier celles du corps calleux et les fibres qui associent entre elles les régions différentes d'un même hémisphère.

Les hémisphères peuvent être divisés en *partie basilaire* et *manteau*. Je décrirai successivement ces deux parties; mais auparavant j'étudierai les *corps striés* qu'on pourrait rattacher aussi à la partie basilaire des hémisphères.

Corps striés. — Les corps striés constituent avec les couches optiques ce qu'on appelle souvent les *corps opto-*

Digitized by Google

striés; ce sont les gros ganglions de la base de l'hémisphère. Pour en avoir une bonne idée il faut les examiner soit après la mise à nu du ventricule moyen (fig. 200) et

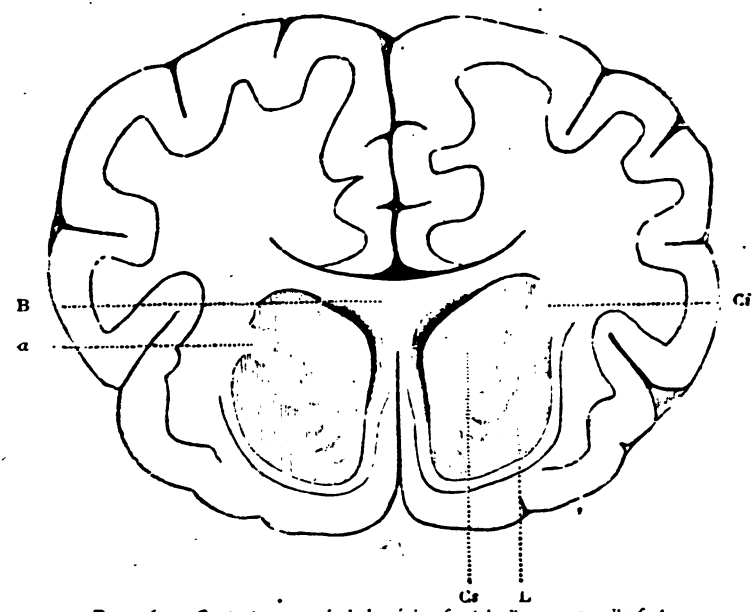


FIG. 206. — *Coupe transversale de la région frontale d'un cerveau d'enfant au niveau de la partie antérieure du corps strié* *.

des ventricules latéraux, soit sur des coupes horizontales ou transversales. On voit ainsi qu'ils se composent de deux masses de substance grise, une partie supérieure et antérieure, *noyau caudé* ou *intra-ventriculaire* (fig. 206, Cs), une inférieure et externe, cunéiforme, *noyau lenticulaire* (fig. 206, L), séparée de la face externe de la couche

* Cs, noyau caudé; L, noyau lenticulaire; Ci, capsule interne; B, corps calleux; a, partie supérieure de la capsule interne (Huguenin).

Digitized by Google

optique par la capsule interne. En dehors du noyau lenticulaire se trouvent, de dedans en dehors, une bande de substance blanche, *capsule externe*, une couche de substance grise (fig. 199, AM), *claustrum* ou *avant-mur*, une nouvelle couche de substance blanche et enfin la substance grise corticale du *lobule de l'insula*, K, qui sera vu plus loin. Si la coupe porte en avant de la couche optique (fig. 206), on ne voit plus que les noyaux caudé et lenticulaire séparés par la capsule interne.

Partie basilaire des hémisphères. — La partie basilaire des hémisphères est constituée par une partie en rapport avec l'olfaction et à laquelle on peut donner le nom de *lobe olfactif* et par le *lobe de l'insula*.

Lobe olfactif. — Quand on examine la face inférieure du lobe frontal ou antérieur du cerveau humain (fig. 207), on voit en avant le bulbe olfactif, *a;* ce bulbe se continue en arrière avec un cordon, *tractus olfactif*, improprement appelé *nerf olfactif*, qui naît par trois racines, *b, c, d;* si l'on examine la face inférieure d'un cerveau de chien (fig. 214) on voit de suite que le bulbe olfactif et les racines du tractus olfactif sont beaucoup plus développés que chez l'homme et en outre que la racine externe se continue avec une circonvolution volumineuse, *circonvolution de l'hippocampe*, H. Cette continuation se voit encore mieux sur le lapin nouveau-né et même sur le lapin adulte (fig. 214). Chez les animaux à odorat développé, animaux, *osmatiques* de Broca, la circonvolution de l'hippocampe forme à la base de l'encéphale un lobe épais, piriforme, *lobe piriforme*, lisse chez la plupart des animaux, mais qui présente de légers sillons chez quelques-uns, comme le cheval, le tapir, le rhinocéros. Ce lobe est

Digitized by Google

limité du reste de l'hémisphère par une scissure, *scissure*

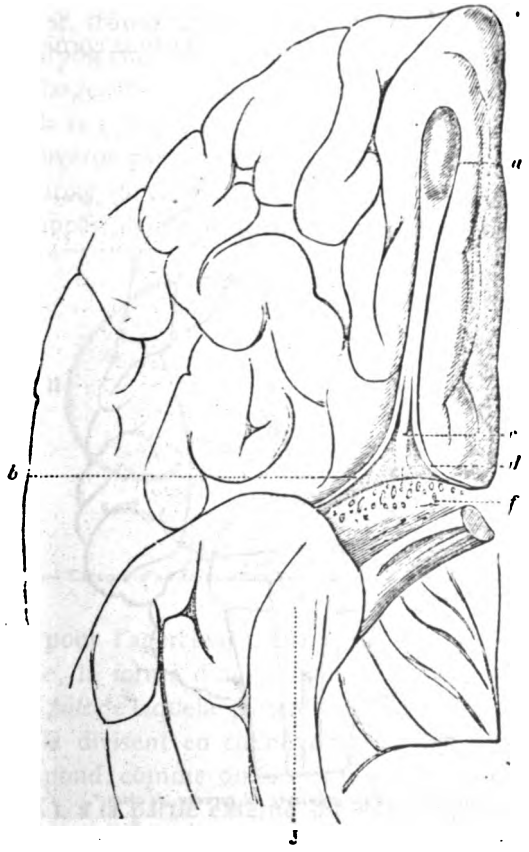


FIG. 207. — *Face inférieure du lobe frontal* *.

limbique (fig. 230). Chez les animaux à odorat peu déve-

* *a*, bulbe olfactif auquel fait suite, en arrière, le tractus olfactif; *b*, racine externe; *c*, racine moyenne; *d*, racine interne; *f*, circonvolution de l'hippocampe (Huguenin).

Digitized by Google

loppé, animaux *anosmatiques* de Broca, comme les cétacés, la circonvolution de l'hippocampe est beaucoup moins développée et il en est de même de la corne d'Am-

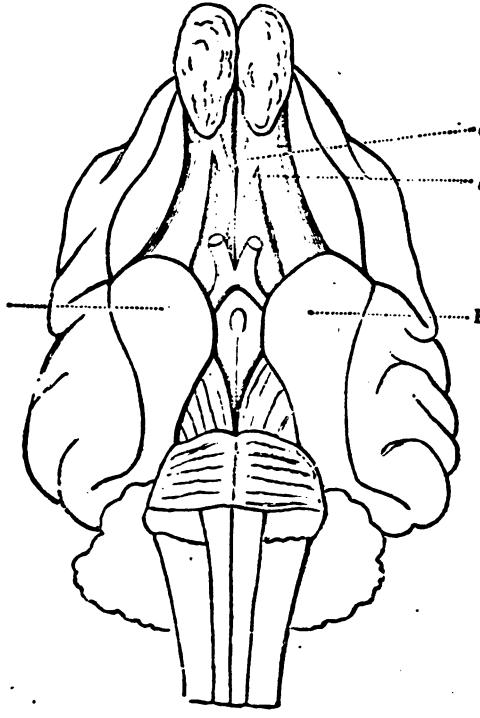


FIG. 208. — *Face inférieure du cerveau de chien* *.

mon qui n'en est qu'une dépendance. Chez le dauphin par exemple, cette corne d'Ammon est tout à fait rudimentaire. Chez l'homme et les primates, les centres olfactifs sont médiocrement développés.

* H, circonvolution de l'hippocampe ; *c*, racine interne du tractus olfactif; *b*, racine externe (Huguenin).

Digitized by Google

Insula. — L'*insula de Reil* est cette partie de l'hémisphère qui se trouve au fond de la scissure de Sylvius. Chez l'embryon (fig. 209), quand la scissure de Sylvius est encore large et constitue une fossette, *fosse de Sylvius*, l'insula se voit de suite sous forme d'une saillie lisse à peine couverte par l'*opercule* du lobe pariétal; mais quand les trois lobes, frontal, pariétal et temporal, se sont développés, ils la masquent complètement et il faut

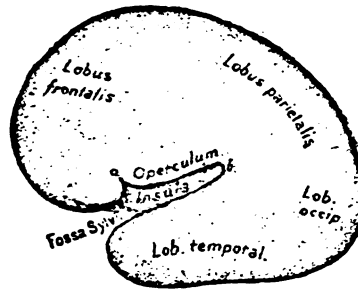


Fig. 209. — *Cerveau d'un fœtus humain du quatrième mois* (Edinger).

les écarter pour l'apercevoir. Elle a, sur un cerveau humain adulte, la forme d'une pyramide triangulaire du sommet ou *pôle* de laquelle partent un certain nombre de sillons qui la divisent en circonvolutions distinctes. Sa base correspond, comme on le voit bien sur des coupes (fig. 199, K), à la partie externe du noyau lenticulaire du corps strié dont la séparent deux lamelles blanches interceptant une couche mince de substance grise. C'est chez les cétacés que le lobule de l'insula atteint son plus grand développement.

Manteau des hémisphères cérébraux. — C'est chez certains mammifères disparus qu'on trouve les hémisphères

Digitized by Google

cérébraux à leur minimum de développement. C'est ainsi que, chez le *Dinoceras mirabile*, le cerveau, par sa petitesse excessive et sa configuration, rappelle tout à fait celui des lézards; il en est de même dans quelques espèces voisines.

Si nous prenons les mammifères vivant à notre époque, les hémisphères se présentent sous deux types principaux. Chez les uns, la surface du cerveau est lisse et unie *(lissencéphales)*; chez les autres, elle offre des sillons et des replis ou *circonvolutions, gyri (gyrencéphales)*. Mais il existe des transitions, comme on le verra plus tard, entre les deux types de cerveau.

Fig. 210. — *Cerveau de chauve-souris.*

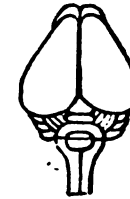


Fig 211. — *Cerveau de taupe.*

Les *cerveaux lisses* se rencontrent chez l'ornithorynque, la souris, le rat, la chauve-souris (fig. 210), la taupe (fig. 211) et quelques singes inférieurs, comme l'ouistiti. Chez tous ces animaux, on ne trouve que la scissure de Sylvius[1] et le sillon qui sépare le lobule olfactif du reste du cerveau. On voit, du reste, que ce type se rencontre dans des ordres bien différents et aux degrés extrêmes de l'échelle des mammifères. Les animaux à

1 D'après Lussana, la scissure de Sylvius n'existerait pas chez les lissencéphales.

Digitized by Google

cerveau lisse sont en général de petite taille. Mais il n'y a pas là du reste un caractère de classe. C'est ainsi que dans les monotrêmes, par exemple, l'ornithorynque a un cerveau lisse et l'échidné un cerveau plissé. Il est intéressant de rapprocher ces cerveaux lisses du cerveau du fœtus humain, avec lequel ils présentent de remarquables analogies (fig. 209).

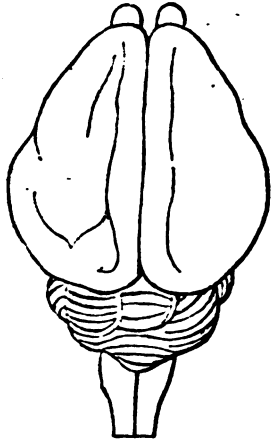


Fig. 212. — *Cerveau de l'agouti.*

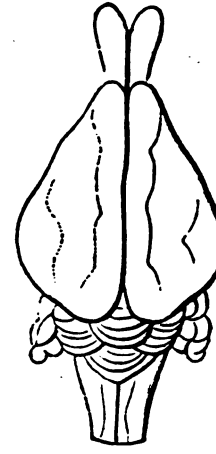


Fig. 213. — *Cerveau de lapin.*

La transition entre les cerveaux lisses et les cerveaux à circonvolutions est constituée par des cerveaux tels que ceux du castor, de l'agouti (fig. 212), du lapin (fig. 213), de la plupart des rongeurs et de quelques marsupiaux et insectivores. Chez ces animaux, la scissure de Sylvius est plus marquée, et sur la convexité du cerveau commencent à apparaître quelques traces de sillons. Il en est un surtout, presque constant, qui va

Digitized by Google

d'avant en arrière, parallèlement à la grande fente inter-hémisphérique et qui délimite en dehors une circonvolution longitudinale qui longe cette fente. A sa face interne (fig. 214) se voit une large et profonde dépression, H, qui répond à la saillie que fait le grand hippocampe dans la corne descendante du ventricule latéral (Comparer cette figure aux figures 226 et 227). Les divers lobes

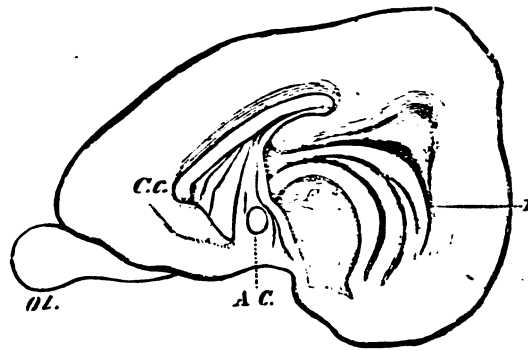


FIG. 214. — *Face interne du cerveau de kspin* *.

du cerveau sont mal délimités; on y reconnaît cependant un lobe frontal avec une ébauche de circonvolutions, un lobe pariéto-occipital et un lobe temporal. La circonvolution de l'hippocampe est très développée sur le lobe temporal.

Dans le groupe suivant constitué par l'aï (fig. 215), le phascolome, etc., on trouve trois circonvolutions assez bien dessinées et très simples allant de la partie antérieure à la partie postérieure des hémisphères.

* *Ol*, lobe olfactif; CC, corps calleux; AC, commissure antérieure; H, sillon de l'hippocampe; F, voûte.

Digitized by Google

Le coati (fig. 216), le kanguroo représentent un progrès sur le type précédent, principalement par l'existence

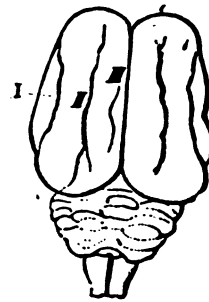


Fig. 215. — *Cerveau de l'âne*.

d'une scissure transversale, *scissure cruciale*, qui caractérise les types suivants et qui occupe le bord supérieur

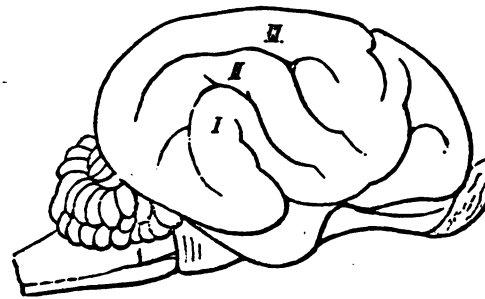


Fig. 216. — *Cerveau de coati* (Huguenin)*.

de l'hémisphère. En outre, la scissure de Sylvius présente une branche antérieure, *sillon présylvien*, qui se retrouve aussi sur les cerveaux de carnivore et qui remonte vers

* I, II, III, ses trois circonvolutions primitives.

Digitized by Google

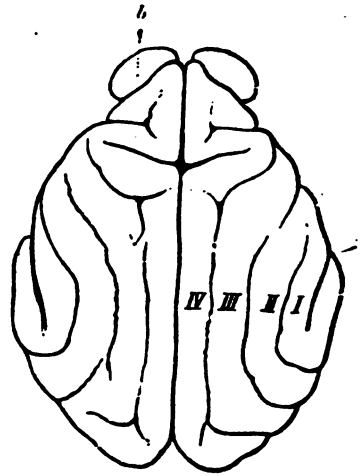


Fig. 217. — *Cerveau de renard, vu d'en haut* *.

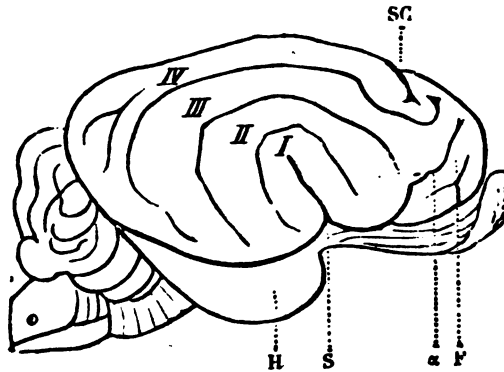


Fig. 218. — *Cerveau de renard, vu de côté* **.

* *a*, scissure de Sylvius; *b*, lobe olfactif; I, II, III, IV, les quatre circonvolutions primitives (Huguenin).

** S, scissure de Sylvius; SC, sillon crucial; *a*, sillon présylvien; F, lobe frontal; H, circonvolution de l'hippocampe; I, II, III, IV, les quatre circonvolutions primitives (Huguenin).

Digitized by Google

le bord supérieur de l'hémisphère. Ce sillon et la scissure cruciale séparent le lobe frontal du lobe pariétal.

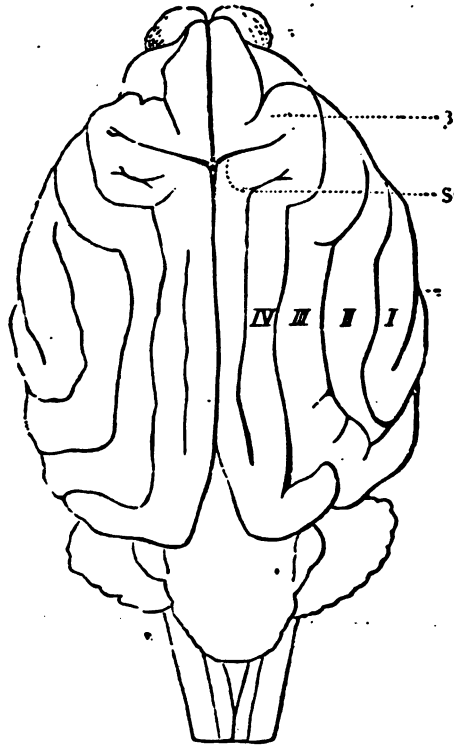


Fig. 219. — *Cerveau de chien* *.

Le *type carnivore (type crucial)*, tel qu'on le rencontre par exemple chez le renard (fig. 217 et 218), est carac-

* SC, sillon crucial; β, gyrus sigmoïde; I, II, III, IV, les quatre circonvolutions primitives.

Digitized by Google

térisé par l'existence de quatre circonvolutions arquées entourant concentriquement la scissure de Sylvius, *circonvolutions primitives*. Ces circonvolutions sont limitées par trois sillons dont le moyen est le plus profond. La quatrième circonvolution empiète sur la face interne et est séparée sur cette face de la circonvolution du corps calleux par un sillon, sillon sous-pariétal, qui se continue avec le sillon crucial, sauf chez quelques genres (chat,

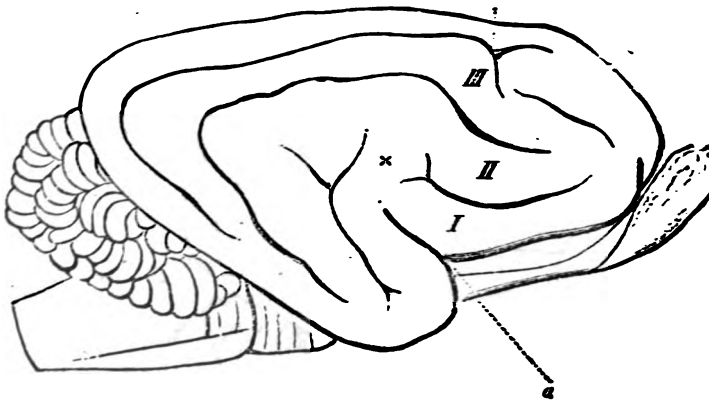


FIG. 220. — *Cerveau de panthère* *.

ours, léopard); ce dernier est bien marqué. La même disposition se retrouve chez le chien (fig. 219), le loup, les ours, avec quelques modifications. Ainsi chez les ours il n'y a que trois circonvolutions. Chez les félins, comme le lion, le chat, la panthère, les sillons qui séparent ces circonvolutions peuvent être interrompus, spé-

* *a*, scissure de Sylvius; *x*, anastomose des deux premières circonvolutions (Huguenin).

Digitized by Google

cialement le premier, et les circonvolutions peuvent s'anastomoser entre elles (fig. 220). Chez ces animaux, le lobe temporal est bien marqué. La scissure occipitale manque chez les digitigrades, mais elle existe chez les plantigrades. L'insula n'est pas à découvert. Le cerveau des martres, des genettes et des espèces voisines est intermédiaire entre celui des félis et celui des ours.

Le cerveau des *ungulés* forme un groupe à part qui se

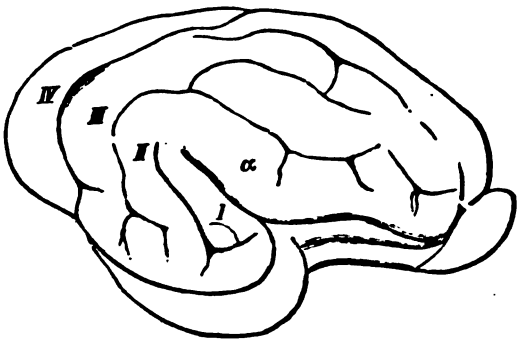


Fig. 221. — *Cerveau de porc* *.

rapproche par quelques points du cerveau des carnivores, mais qui s'en écarte par la variété, l'irrégularité et souvent la richesse des circonvolutions (fig. 222). Le cerveau du porc (fig. 221) est un de ceux qui se rapprochent le plus du cerveau des carnivores. Ordinairement les circonvolutions sont moins arquées, presque longitudinales. Le sillon crucial n'existe pas ou n'existe qu'à l'état d'ébauche. L'insula est incomplètement couverte et

* Les deux premières circonvolutions, I et II, se soudent en une seule, en α, au-devant de la scissure de Sylvius (Huguenin).

Digitized by Google

quelquefois tout à fait libre, comme chez le tapir. La figure 222 représente le cerveau du mouton.

Il est assez difficile de préciser, dans les cerveaux pré-

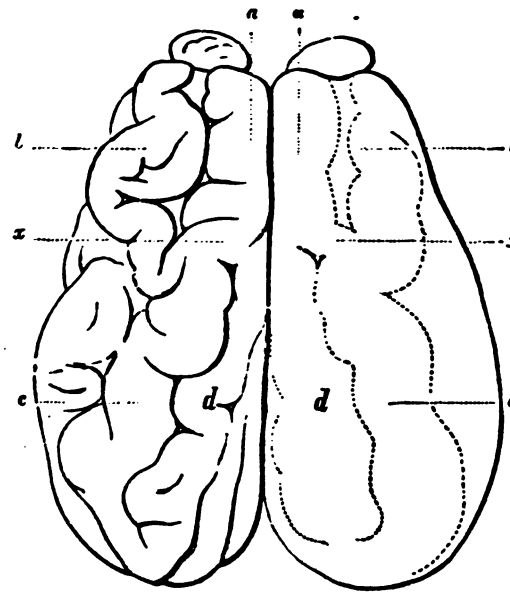


FIG. 222. — *Cerveau de mouton* *.

cédents, quel sillon correspond à la scissure de Rolando et les opinions des anatomistes sont partagées sur ce point. Les uns la retrouvent dans la scissure cruciale, les autres dans la partie la plus antérieure du sillon lon-

* *a* et *b*, les deux branches antérieures de la troisième circonvolution primitive ; *c* et *d*, ses deux branches postérieures ; *x*, point où cette circonvolution est simple (Huguenin).

Digitized by Google

gitudinal supérieur; mais j'adopterais plutôt l'opinion de Broca qui voit dans le sillon présylvien l'homologue de

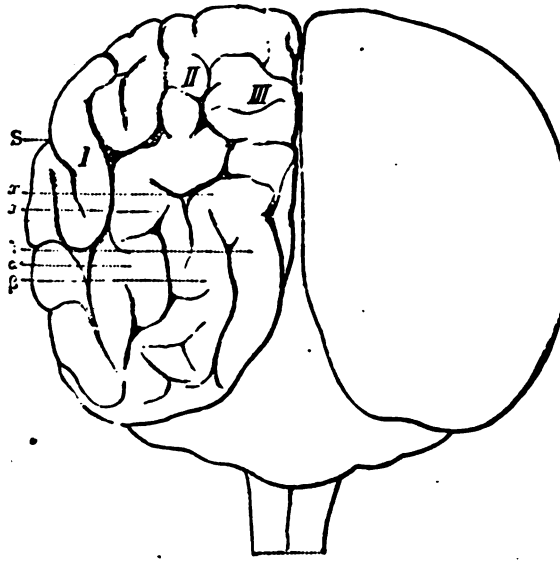


Fig. 223. — *Cerveau de phoque* *.

la scissure de Rolando. Le cerveau du phoque (fig. 223), celui du dauphin, des cétacés, peuvent se rattacher aux types précédents, mais ils s'en distinguent par la richesse de plus en plus grande des circonvolutions, l'absence de scissure occipitale et le développement du lobule de l'insula. On trouve chez le dauphin et chez le phoque un rudiment de corne postérieure dans le ventricule latéral.

Enfin le cerveau de l'éléphant (fig. 224) représente

* Les circonvolutions II et III s'anastomosent en *x*, *x*, et se prolongent en arrière en trois nouvelles circonvolutions, α, β, γ (Huguenin).

Digitized by Google

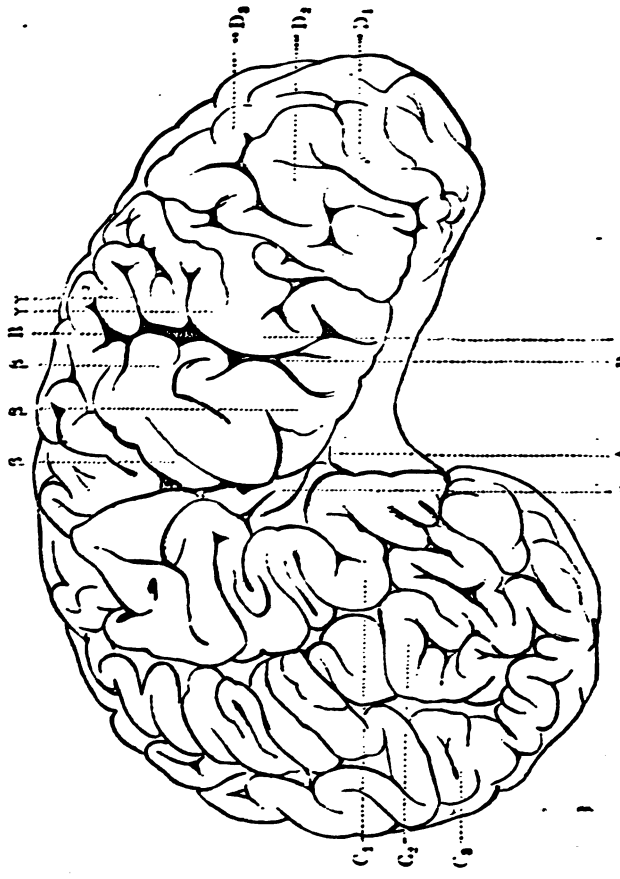


FIG. 324. — Cerveau d'éléphant *.

* A, scissure de Sylvius; B, sillon de Rolando; β, β, β, circonvolution centrale postérieure; γ, γ, γ, circonvolution centrale antérieure; C1, C2, C3, les trois circonvolutions primitives dans la région occipitale; D1, D2, D3, ces trois circonvolutions dans la région frontale (Huguenin).

Digitized by Google

certainement le cerveau le plus élevé dans la série, si on fait abstraction du cerveau des singes et du cerveau humain. Dans ce cerveau apparaît pour la première fois, d'une façon nette, un sillon, *sillon central* ou *de Rolando*, B, qui descend vers la scissure de Sylvius et limite deux circonvolutions, *circonvolutions centrales antérieure*, γ, γ, γ, et *postérieure*, β, β, β, que nous retrouverons chez l'homme et les singes.

Le cerveau des singes supérieurs, des anthropomorphes et de l'homme, est construit sur un type spécial qui rappelle par certains points les cerveaux que je viens de décrire et dont les caractères principaux se trouvent résumés systématiquement dans les figures 225, 226, 227, 230 et 231 qui représentent le cerveau humain et le cerveau des singes sous différents aspects.

Pour la commodité de l'exposition je décrirai successivement les trois faces suivantes du cerveau, face latérale externe, face interne et face inférieure.

La *face latérale externe* (fig. 225) présente la *scissure de Sylvius (fissura Sylvii)*. La scissure de Sylvius, chez l'homme se divise en trois branches, une postérieure, presque horizontale, plus longue, deux antérieures courtes, réduites à une chez les singes (fig. 231), à l'exception quelquefois du chimpanzé et de l'orang. Sur cette scissure descend le *sillon central* ou *de Rolando (S. centralis)* qui limite le lobe frontal du lobe pariétal et sépare l'une de l'autre deux circonvolutions dites *centrales antérieure* et *postérieure (G. centralis ant.* et *post.)* appelées aussi très souvent *frontale* et *pariétale ascendantes*. Le lobe frontal comprend, outre la circonvolution centrale antérieure ou frontale ascendante, trois circonvolutions *frontales*, *supé-*

Digitized by Google

rieure, moyenne et *inférieure (S. frontalis, sup., med.* et *inf.)* séparées par deux sillons *(sulcus frontalis sup.* et *inf.)*. La circonvolution centrale antérieure est séparée

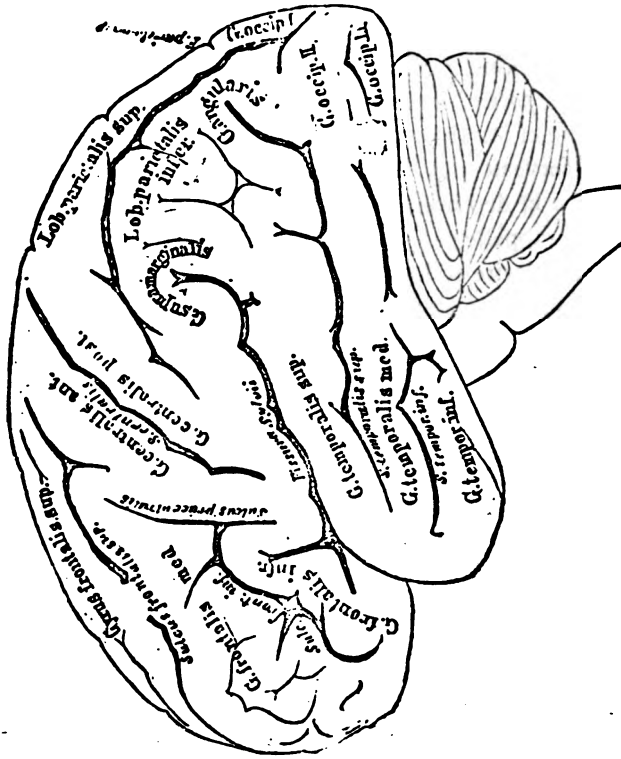


Fig. 235. — *Face latérale du cerveau humain.*

des trois circonvolutions frontales par un sillon, *sillon précentral (sulcus præcentralis).*

Le *lobe temporal* est séparé du lobe frontal par la scissure de Sylvius. Il est divisé par deux sillons, sillons temporaux supérieur et inférieur *(S. temporalis sup.* et *inf.)* en

Digitized by Google

trois circonvolutions temporales, *supérieure*, *moyenne* et *inférieure*, qui se continuent en arrière avec les circonvolutions pariétale inférieure et occipitales.

Le *lobe pariétal*, assez mal délimité, est séparé du lobe frontal par le sillon central et se continue sans ligne de démarcation nette avec le lobe occipital et le lobe temporal. Il présente un sillon antéro-postérieur, *sillon pariétal*, qui le divise en deux circonvolutions, une supérieure et une inférieure *(lobus parietalis sup.* et *inf.)* et en avant sépare la circonvolution centrale postérieure d'une circonvolution, *circonvolution marginale (G. supra marginalis)* qui entoure l'extrémité de la scissure de Sylvius. Une autre circonvolution de ce lobe, *circonvolution angulaire (gyrus angularis)*, entoure l'extrémité postérieure du sillon temporal supérieur.

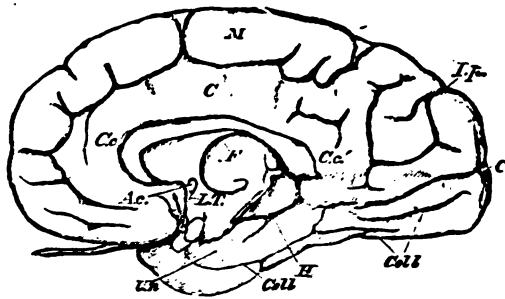


Fig. 226. — *Face interne d'un cerveau de chimpanzé* *.

Le *lobe occipital* confondu en partie avec le lobe pariétal et le lobe temporal présente trois circonvolutions plus

* *Cc*, corps calleux; *Ac*, commissure antérieure; H, sillon de l'hippocampe; *Un*, *gyrus uncinatus*; M, lobule paracentral; C, *gyrus fornicatus*; *Ip*, scissure occipitale nterne; *Ca*, scissure calcarine; *Coll*, sillon occipito-temporal (Huxley).

Digitized by Google

ou moins nettement limitées. En avant une scissure plus ou moins profonde, *scissure occipitale (fissura parieto-occipitalis)*, que nous retrouverons sur la face interne, établit sa limite antérieure.

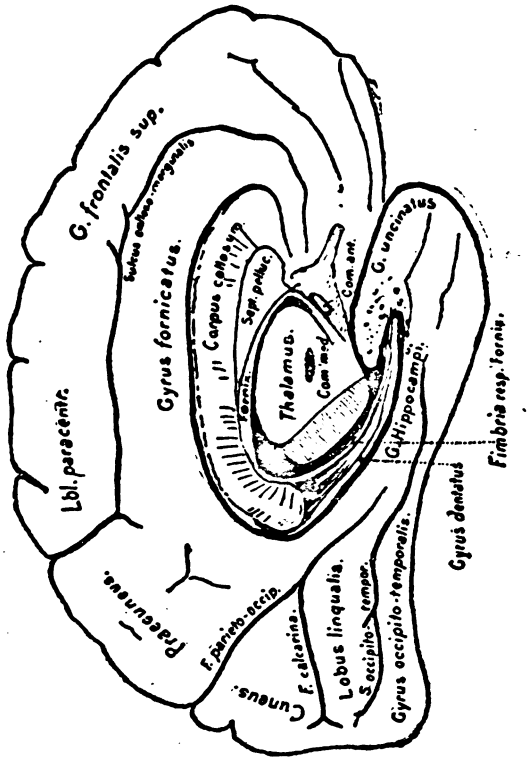


FIG. 227. — Face interne du cerveau.

La *face interne* (fig. 227) est divisée en trois parties par deux scissures. La première, *scissure calloso-marginale (sulcus calloso-marginalis)* se termine en arrière en remontant vers le bord supérieur de l'hémisphère, un

Digitized by Google

peu en arrière de la scissure de Rolando; sa terminaison est visible sur la face externe de l'hémisphère sous forme d'une petite incisure (fig. 225). La seconde, *scissure occipitale (F.parieto-occipitalis)*, continuation de celle qui a été déjà vue sur la face externe se divise en arrière en donnant

FIG. 228. — *Coupe transversale de la corne d'Ammon* *.

FIG. 229. — *Coupe transversale de la corne d'Ammon* **.

naissance à la *scissure calcarine (F. calcarina)*. La scissure calloso-marginale sépare la circonvolution frontale supérieure d'une circonvolution qui entoure le corps calleux, *grand lobe limbique de Broca (gyrus fornicatus)*, et qui se continue en arrière avec la *circonvolution de l'hippocampe, (G. hippocampi)*. En arrière la circonvolution de l'hippo-

* On y voit le refoulement de la circonvolution de l'hippocampe *(Gyr. hippocampi)* pour constituer dans la corne inférieure du ventricule latéral *(Unter-Horn)* la saillie de la corne d'Ammon. La substance blanche de la circonvolution de l'hippocampe se prolonge en forme de repli, *fimbria*, constituant les piliers postérieurs du trigone (voir fig. 205).

** Cette figure représente la coupe transversale de la corne d'Ammon telle qu'elle existe en réalité chez l'homme, avec une petite circonvolution, *gyrus dentatus*, qui se continue avec la substance grise de la circonvolution de l'hippocampe.

Digitized by Google

campe envoie entre la scissure calcarine et la scissure occipito-temporale un prolongement, *lobule lingual (lobus lingualis)*; en avant elle se recourbe en crochet *(gyrus uncinatus)*. Cette circonvolution présente une scissure, *scissure de l'hippocampe* qui correspond à la saillie de la *corne d'Ammon* dans la corne inférieure du ventricule latéral (fig. 228 et 229). En arrière, entre la partie supérieure et postérieure de la scissure calloso-marginale en avant et la scissure occipitale en arrière, se trouve un lobule quadrilatère, *præcuneus*, qui appartient au lobe pariétal. En avant de ce lobule quadrilatère se voit le *lobule paracentral* qui correspond aux deux circonvolutions centrales de la face externe. La bifurcation de la scissure occipitale intercepte un lobule triangulaire, *cuneus*, qui dépend de la première circonvolution occipitale.

La *face inférieure* (fig. 230) présente en avant la partie inférieure du *lobe frontal* avec les prolongements des trois circonvolutions frontales déjà vues à la face interne et les deux sillons qui les séparent, *sillon olfactif (sulcus olfactorius)*, qui loge le tractus olfactif, et *sillon orbitaire (sulcus orbitalis)* figurant une H et de forme du reste très variable. Le reste de cette face est occupé par la partie inférieure du *lobe temporo-occipital*, car ces deux lobes à ce niveau ne sont pas isolés l'un de l'autre. On y trouve la grande *scissure occipito-temporale* qui sépare les circonvolutions de l'hippocampe de la circonvolution occipito-temporale, cette circonvolution elle-même, et en dehors d'elle un second sillon qui la sépare de la troisième circonvolution temporale.

Le tableau suivant résume pour chaque lobe les circonvolutions et les sillons principaux.

Digitized by Google

LOBES	CIRCONVOLUTIONS	SCISSURES ET SILLONS
FRONTAL.	C. centrale antérieure.	S. frontal supérieur.
	C. frontale supérieure.	— inférieur.
	— moyenne.	S. précentral.
	— inférieure.	S. orbitaire.
	Lobule paracentral (partie antér.).	S. olfactif.
PARIÉTAL.	C. centrale postérieure.	S. pariétal.
	C. pariétale supérieure.	
	— inférieure.	
	C. marginale.	
	C. angulaire.	
	Lobule paracentral (partie postér.).	
	Præcuneus.	
TEMPORAL.	C. temporale supérieure.	S. temporal supérieur.
	— moyenne.	— moyen.
	— inférieure.	— inférieur.
	C. occipito-temporale (partie antér.).	
OCCIPITAL.	C. occipitale supérieure.	S. occipital supérieur.
	— moyenne.	— moyen.
	— inférieure.	— inférieur.
	Cuneus.	Scissure calcarine.
	Lobule lingual.	
	C. occipito-temporale (partie post.).	
GRAND LOBE LIMBIQUE.	C. de l'hippocampe.	S. du corps calleux.
	G. fornicatus.	S. de l'hippocampe.
	G. uncinatus.	
	G. dentatus.	
	Corne d'Ammon.	

SCISSURES SÉPARANT LES DIFFÉRENTS LOBES

S. de Sylvius.
S. de Rolando.
S. occipitale.
S. calloso-marginale.
S. du corps calleux.

Digitized by Google

Les caractères essentiels qui différencient le cerveau des singes du cerveau humain sont les suivants dont on

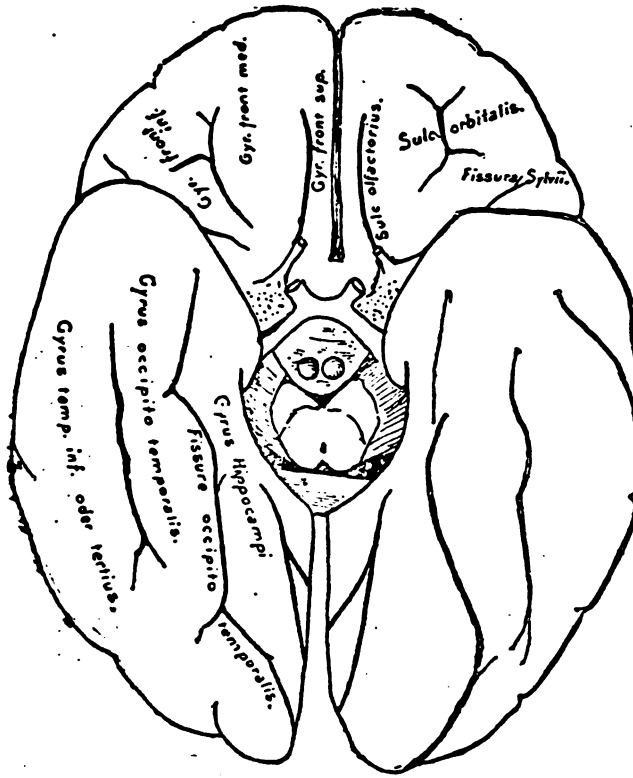


Fig. 230. — *Face inférieure de la base du cerveau* *.

peut se rendre compte sur la figure 231 qui représente le cerveau du singe papion.

La scissure de Sylvius possède une seule branche antérieure. La scissure de Rolando est bien marquée et a

Digitized by Google

la même disposition essentielle que chez l'homme. La scissure occipitale, désignée aussi sous le nom de *fente*

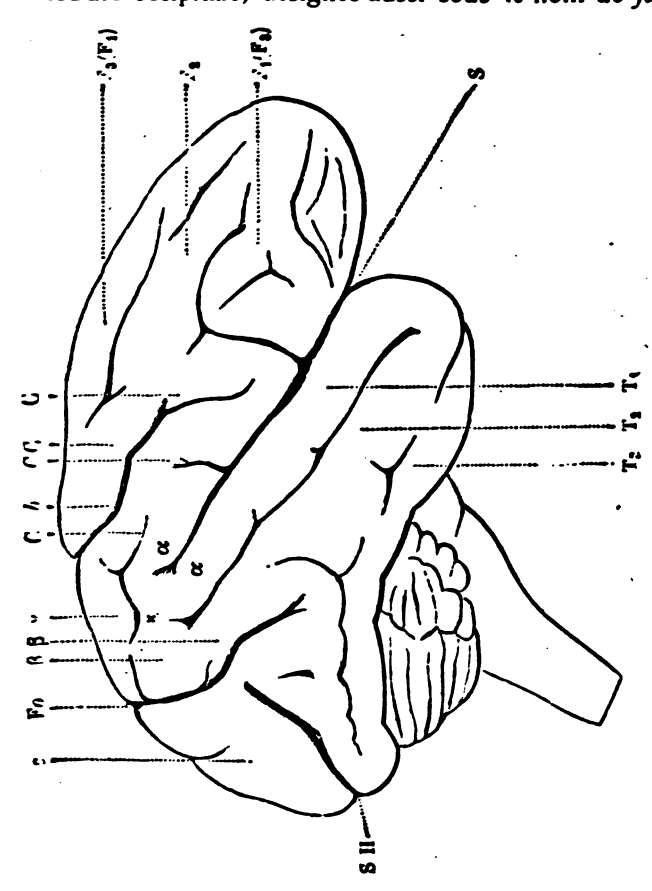


FIG 231. — *Cerveau du singe papion* *.

* S, scissure de Sylvius ; SH, incisure préoccipitale ; Fo, scissure occipitale ; *b*, scissure de Rolando ; F1, F2, F3, circonvolutions frontales ; C, circonvolutions centrales ; *a*, *a*, gyrus sus-marginal ; β, *γ*, circonvolutions pariétales ; *c*, lobe occipital ; T T3, circonvolutions temporales.

Digitized by Google

simiesque, est très accentuée (Fo) et sa lèvre postérieure s'avance pour la recouvrir en forme d'*opercule*. En arrière se voit une scissure, S H, *incisure préoccipitale*, qui limite le lobe occipital du lobe temporal. A la face interne de l'hémisphère, la scissure calcarine ne se réunit pas à la scissure occipitale comme chez l'homme, mais

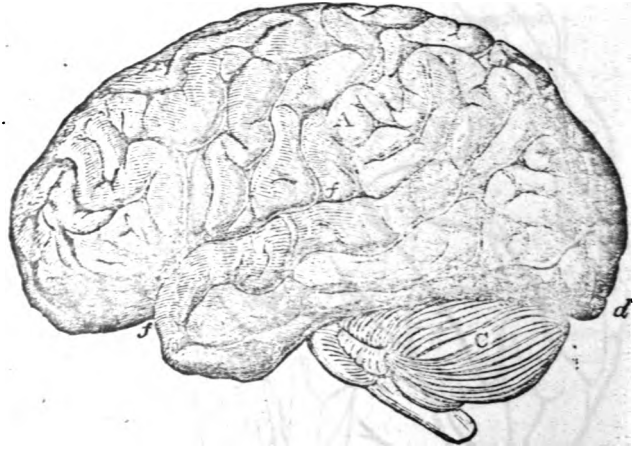


Fig. 232. — *Vue latérale d'un cerveau humain* *.

se continue avec la scissure de l'hippocampe (fig. 226); mais cette continuation n'est qu'apparente, sauf chez l'*hapale*, et ordinairement la circonvolution de l'hippocampe reste en communication plus ou moins étroite avec la partie antérieure du *gyrus fornicatus*.

Le lobe frontal du cerveau des singes a une autre

* Cerveau de la femme sauvage appelée *Vénus hottentote*, à la moitié de la grandeur naturelle; A, hémisphère gauche; *d*, sa partie postérieure; *f.f*, scissure de Sylvius; C, cervelet; *e*, sa partie postérieure (Gratiolet).

Digitized by Google

forme que chez l'homme; sa face orbitaire est dirigée en dehors et il fait en avant une saillie, *bec ethmoïdal* ou *bec de l'encéphale*, qui correspond à la fossette olfactive

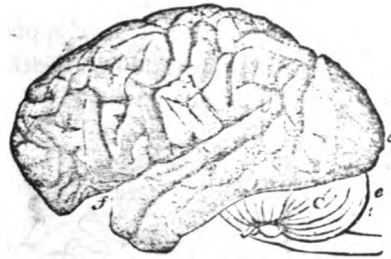


Fig. 233. — *Vue latérale d'un cerveau de chimpanzé* *.

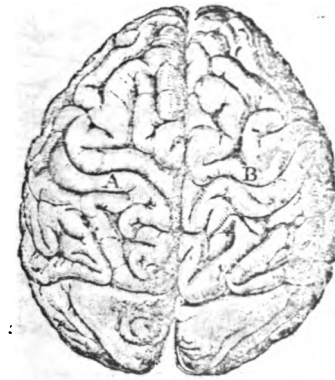


Fig. 234. — *Face supérieure d'un cerveau de chimpanzé* **.

de la base du crâne. Il n'y a que deux circonvolutions frontales et la circonvolution frontale inférieure *(circonvolution du langage)* n'existe à l'état rudimentaire que

* Moitié de la grandeur naturelle. Mêmes indications que pour la figure précédente (Gratiolet).

** A, hémisphère gauche; B, hémisphère droit (Gratiolet).

Digitized by Google

chez les anthropomorphes[1]. Le lobe occipital ne recouvre qu'incomplètement le cervelet, du moins chez quelques espèces comme les lémuriens, car il n'y a pas là un caractère général. Enfin d'une façon générale les circonvolutions sont moins riches et moins développées que chez l'homme et cela d'autant plus que l'on descend plus bas dans la série.

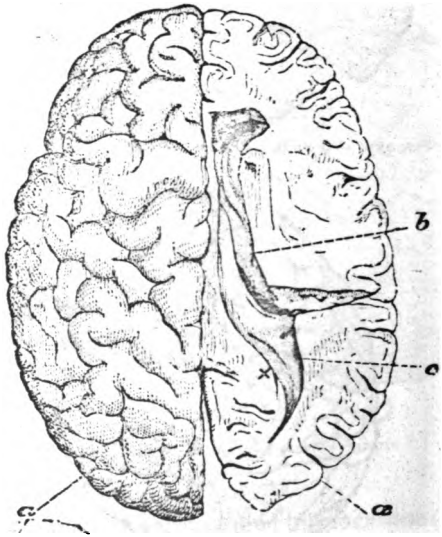


FIG. 235. — *Ventricule latéral droit du chimpanzé* *.

Le cerveau des anthropomorphes se rapproche plus encore du cerveau de l'homme comme on peut le voir

[1] D'après Pansch, au contraire cette circonvolution existerait chez tous les singes,

* *a*, lobes postérieurs du cerveau; *b*, ventricule latéral; *c*, corne postérieure du ventricule (Huxley).

Digitized by Google

sur les deux figures 232 et 233, qui représentent, la première, un cerveau humain du type le plus simple, la seconde, un cerveau de chimpanzé, et sur la figure 234 qui représente la face supérieure d'un cerveau de chimpanzé.

Les différences ne portent en réalité que sur des points secondaires, sauf peut-être en ce qui concerne la scissure

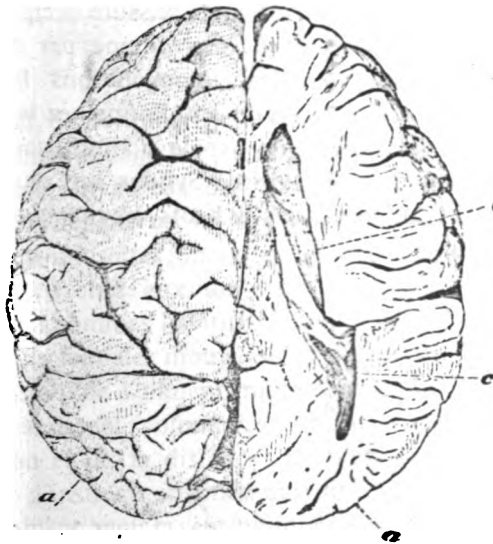


Fig. 236. — *Ventricule latéral droit de l'homme* *.

occipitale *(fente simiesque)* qui est ordinairement très marquée (fig. 234); la scissure de Sylvius est moins horizontale que chez l'homme, le corps calleux est plus court; les circonvolutions sont moins compliquées. La

* Mêmes indications que pour la figure précédente (Huxley).

Digitized by Google

corne postérieure du ventricule latéral, niée par plusieurs auteurs, y existe comme chez l'homme, comme on peut s'en assurer sur les figures 235 et 236. Il y a aussi entre les divers anthropoïdes quelques différences légères. Le cerveau du chimpanzé a la forme d'un ovoïde arrondi ; la fente simiesque est très développée : les lobes frontaux sont bas et courts, les circonvolutions plus simples (fig. 233 et 234) ; chez l'orang, la scissure occipitale est moins apparente et souvent interrompue par une circonvolution unissante ; les circonvolutions frontales inférieures sont plus développées. Enfin chez le gorille le cerveau a la forme d'un ovoïde allongé, comme le cerveau humain. la scissure de Sylvius est plus horizontale, les lobes frontaux plus hauts, les circonvolutions plus compliquées.

Digitized by Google

CONCLUSIONS

Avant de terminer, je résumerai à grands traits les faits contenus dans les pages précédentes.

Tout à fait au bas de l'échelle, nous trouvons des animaux dépourvus de système nerveux, amibes, radiolaires, infusoires; mais, en les étudiant de près, nous constatons chez eux toute une série de phénomènes que nous sommes habitués à rapporter à l'activité nerveuse. Ils font des mouvements (recherche d'une proie, préhension de l'aliment, mouvements de défense), qui nous paraissent volontaires; ils ont le sentiment de la direction et de la distance; ils présentent des phénomènes d'instinct, instinct nutritif et instinct sexuel; ils semblent avoir la sensibilité émotionnelle de la crainte et du désir. Le protoplasma qui constitue leur organisme ne s'est pas différencié en substance nerveuse distincte; mais l'activité nerveuse y existe à l'*état diffus*, si l'on peut s'exprimer ainsi.

C'est avec les rayonnés inférieurs (actinies, hydres, méduses inférieures) que le système nerveux fait son apparition. Mais il est constitué d'abord par un simple plexus nerveux qui réunit les cellules sensitives de

Digitized by Google

l'ectoderme aux éléments moteurs. Les cellules nerveuses sont disséminées dans ce plexus sans y former de centre nerveux réel commandant à tout l'organisme. C'est le *type disséminé*.

La centralisation commence avec les méduses dépourvues de repli marginal et s'accentue chez les échinodermes. Le nombre des centres nerveux correspond au nombre même des segments qui composent le corps de l'animal; il est de huit chez les méduses, de cinq chez les échinodermes comme les oursins et les étoiles de mer. Dans ce *type radié* du système nerveux, tous les centres paraissent avoir la même valeur; aucun d'eux ne prédomine sur les autres et, par conséquent, il n'y a rien de comparable à un cerveau.

Avec les vers et les arthropodes nous rencontrons un nouveau type, le *type bilatéral ventral*. C'est une chaîne ganglionnaire ventrale constituée par deux séries longitudinales et symétriques de ganglions disposés par paires et réunis par des anastomoses transversales, chaque paire ganglionnaire commandant à un segment du corps. Le cerveau fait son apparition ; il est dorsal et formé par les deux premiers ganglions de la chaîne, les deux suivants constituant les ganglions sous-œsophagiens. A mesure qu'on s'élève des espèces inférieures aux espèces supérieures, les ganglions de la chaîne tendent à se fusionner ; cette concentration se fait à la fois et dans le sens transversal et dans le sens longitudinal de façon à arriver comme chez les arachnides, les crustacés supérieurs et un certain nombre d'insectes, à une ou deux masses ganglionnaires. Les mollusques, qui au premier abord ne rentrent pas dans le type bila-

Digitized by Google

téral ventral, peuvent cependant y être rattachés; les ganglions sus-œsophagiens correspondraient aux ganglions cérébraux des invertébrés, les ganglions pédieux correspondraient aux ganglions sous-œsophagiens, les ganglions viscéraux représenteraient soit les rudiments d'une chaîne ganglionnaire, soit des formations additionnelles et dans ce cas la disparition de la chaîne ganglionnaire caractériserait le système nerveux des mollusques. Nous avons vu, du reste, qu'on trouve des formes intermédiaires entre les deux types, dans le système nerveux du chiton, par exemple.

Enfin, tout en haut de l'échelle des êtres apparaît le type vertébré du système nerveux, *type médian dorsal*, dont on rencontre déjà les traits si nettement indiqués chez les tuniciers et chez l'amphioxus.

Telle est, dans ses grandes lignes, la marche de l'évolution du système nerveux dans la série animale. Quoique nous ne puissions dire encore d'une façon certaine comment s'est fait le passage du type radié au type bilatéral et du type bilatéral au type médian, nous y reconnaissons cependant cette loi de continuité entrevue depuis longtemps par les naturalistes et démontrée par Darwin et nous pouvons suivre ainsi, dans leur ascension progressive, toute la série des transformations successives qui partent d'une gouttelette microscopique de protoplasma pour aboutir au cerveau humain et à la pensée.

Digitized by Google

Digitized by Google

I

VOCABULAIRE DES TERMES TECHNIQUES

J'ai évité autant que possible, dans la rédaction de ce livre, de me servir des termes trop exclusivement techniques dont les auteurs ont surchargé le langage scientifique; mais cependant j'ai dû souvent, en particulier dans les notes et les légendes des figures, faire usage des expressions qui ont été employées par les auteurs originaux et qui pourraient ne pas être connues d'un certain nombre de lecteurs; ils en trouveront l'explication dans le vocabulaire.

A

Acraspèdes (Méduses), méduses dépourvues de repli marginal.

Ambulacres, prolongements en rayon du corps des échinodermes (troncs ambulacraires, cerveaux ambulacraires.

Ampoule, dilatation des canaux demi-circulaires de l'oreille interne.

Anosmatiques (Animaux), animaux à odorat peu développé.

Digitized by Google

Aqueduc de Sylvius, canal dépendant du cerveau moyen et qui fait communiquer le troisième ventricule avec le quatrième.

Arachnoïde, membrane séreuse d'enveloppe des centres nerveux, située entre la dure-mère et la pie-mère.

Arbre de vie, disposition présentée sur une coupe par les lamelles du cervelet.

Arrière-cerveau, partie postérieure de la vésicule cérébrale postérieure de l'embryon des vertébrés.

Avant-mur ou *claustrum*, couche de substance grise, située en dehors de la capsule externe et en dedans du lobule de l'insula (voir fig. 199).

Aviculaires, bryozoaires en forme de tête d'oiseau.

B

Bec de l'encéphale ou *bec ethmoïdal*, saillie de la partie antérieure et inférieure du lobe frontal du cerveau des singes.

Bec du corps calleux, terminaison antérieure du corps calleux, en avant de la commissure antérieure.

Bec ethmoïdal, saillie de la partie antérieure et inférieure du lobe frontal du cerveau des singes.

Blastopore ou bouche primitive dans la forme embryonnaire *gastrula*.

Bourrelet du corps calleux, bord postérieur du corps calleux.

Bulbe, partie du cerveau qui fait suite immédiatement à la moelle.

Digitized by Google

Byssus, groupe de filaments élastiques par lesquels certains mollusques s'attachent aux corps étrangers.

C

Calotte, étage moyen du cerveau moyen ou étage supérieur des pédoncules cérébraux.

Canal central de la moelle, reste du canal ou tube médullaire embryonnaire.

Canal vertébral, canal osseux ou cartilagineux qui contient la moelle.

Canaux demi-circulaires, canaux situés dans l'oreille interne.

Capsule centrale, vésicule contenant un noyau et qui occupe la partie centrale de l'organisme des héliozoaires.

Capsule externe, lame de substance blanche située entre le noyau lenticulaire du corps strié et l'avant-mur.

Capsule interne, fibres blanches faisant suite aux pédoncules cérébraux.

Cartilage céphalique, cartilage qui contient le cerveau chez les céphalopodes.

Centre ovale, surface blanche visible sur une coupe horizontale du cerveau, au niveau du corps calleux (fig. 202).

Chélicères, appendice de la région céphalique des arachnides.

Chiasma, entrecroisement des nerfs optiques.

Claustrum ou *avant-mur*, couche de substance grise, comprise entre la capsule externe et une lamelle

Digitized by Google

blanche, sous-jacente à la substance corticale de l'insula.

Cloison transparente ou *septum lucidum*, cloison verticale et antéro-postérieure, comprise entre le corps calleux et le trigone.

Cœlome, grande cavité viscérale de l'embryon.

Columelle, osselet unique de l'oreille moyenne existant chez les amphibies, les reptiles et les oiseaux.

Commissures, d'une façon générale, fibres à direction transversale, réunissant les deux moitiés des centres nerveux.

Cône, lentille réfringente, en forme de cône, de l'œil des animaux inférieurs.

Cône médullaire, partie postérieure amincie de la moelle.

Cônes olfactifs, prolongements spéciaux servant à l'olfaction.

Corde dorsale, ébauche de la colonne vertébrale chez l'embryon.

Cordons de la moelle, faisceaux blancs longitudinaux plus ou moins distincts et séparés des faisceaux voisins.

Corne d'Ammon ou *pied d'hippocampe*, partie interne de la circonvolution de l'hippocampe faisant saillie à la face interne de la corne inférieure du ventricule latéral.

Cornes antérieures et postérieures de la moelle, prolongements de la substance grise centrale de la moelle.

Cornes des ventricules latéraux, prolongements de la cavité de ces ventricules.

Corps calleux, commissure épaisse étendue au-dessus des

Digitized by Google

ventricules latéraux et réunissant les deux hémisphères.

Corps genouillés, internes et externes (voir : *Genouillés*).

Corps godronné, lamelle grise dépendant de la corne d'Ammon.

Corps opto-striés, nom sous lequel on réunit quelquefois les corps striés et les couches optiques.

Corps pédonculés, renflements de structure spéciale qui existent à la partie supérieure et postérieure du cerveau des insectes.

Corps pituitaire ou *hypophyse*, corps appartenant au cerveau intermédiaire et situé à l'extrémité de l'infundibulum, à la face inférieure du cerveau.

Corps restiforme, cordon situé sur les parties postérieures et latérales du bulbe.

Corps strié, ganglion appartenant à la partie basilaire des hémisphères cérébraux (voir : *Noyau caudé* et *Noyau lenticulaire*).

Corps trapézoïde, fibres transversales profondes de la protubérance annulaire restant à découvert chez certaines espèces inférieures.

Corpus psalloïdes ou *lyre*, partie postérieure médiane de la face supérieure du trigone.

Couches optiques, ganglions formés par l'épaississement des parties latérales du cerveau intermédiaire et qui limitent latéralement le ventricule moyen.

Couronne rayonnante de Reil, épanouissement des fibres de la capsule interne dans la substance blanche des hémisphères.

Craspédotes (*Méduses*), méduses pourvues d'un repli marginal.

Digitized by Google

Cuneus, lobule de la face interne du cerveau compris entre la scissure occipitale en avant et la scissure calcarine en arrière.

Cysticule, petite expansion rudimentaire de l'oreille interne membraneuse des poissons osseux.

D

Décussation des pyramides, entrecroisement dans le bulbe des cordons moteurs de la moelle.

Dure-mère, membrane fibreuse externe des centres nerveux.

E

Ectoderme, feuillet épithélial externe de l'organisme embryonnaire dans les premiers stades de son développement.

Éminence lobée, saillie qui occupe chez les poissons la cavité des lobes optiques.

Endopodite, branche interne de l'antenne des arthropodes.

Endostyle, saillie dans la cavité générale du corps des ascidies d'un repli qui aboutit à la bouche.

Endoderme, feuillet épithélial interne ou intestinal de l'embryon, dans les premiers stades de son développement.

Épiphyse ou *glande pinéale* (voir : *Glande pinéale*).

Exopodite, branche externe de l'antenne.

Digitized by Google

F

Facettes (Yeux à), yeux composés des insectes.

Fente simiesque ou *scissure occipitale*, caractéristique du cerveau des singes.

Fil terminal, extrémité amincie et filiforme de la moelle épinière.

Fimbria, lamelle blanche repliée de la corne d'Ammon, provenant de la substance blanche de la circonvolution de l'hippocampe.

Flagellum, prolongement existant chez certains infusoires et servant principalement à la locomotion.

Flocculus ou *lobule du pneumogastrique*, lobule accessoire du cervelet, situé sur ses parties latérales.

Folium cacuminis, lobule terminal postérieur du vermis supérieur du cervelet.

Fornix ou *trigone* (voir : *Trigone*).

Fosse de Sylvius, scissure de Sylvius encore élargie chez l'embryon.

Fosse rhomboïdale, ouverture ovalaire du quatrième ventricule.

Funiculi teretes ou *cordons ronds*, saillies situées sur le plancher du quatrième ventricule de chaque côté du sillon central.

G

Gastrula, forme embryonnaire primitive, constituée par un sac, ouvert à l'extérieur et composé de deux feuillets.

Digitized by Google

Genouillés (Corps ou *Tubercules)*, saillies situées à la partie postérieure de la couche optique.

Genou du corps calleux, bord antérieur du corps calleux.

Glande pinéale ou *épiphyse*, organe développé aux dépens du cerveau intermédiaire et à la limite du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen (reste de l'œil médian impair qu'on retrouve encore chez quelques vertébrés).

Gouttière médullaire, dépression de l'ectoderme qui, chez l'embryon, donne naissance à la moelle et au cerveau.

Grand lobe limbique de Broca, circonvolution de la face interne du cerveau, qui entoure le corps calleux.

Gyrencéphales, animaux dont la surface du cerveau présente des circonvolutions.

Gyrus, circonvolution ou repli de la surface du cerveau.

H

Haube ou *calotte*, étage moyen du cerveau moyen ou encore étage supérieur des pédoncules cérébraux.

Hippocampe, circonvolution de la face inférieure du cerveau qui se continue avec la racine externe du nerf olfactif.

Hypophyse ou *corps pituitaire* (voir : *Corps pituitaire)*.

I

Infundibulum, prolongement inférieur, en entonnoir, du ventricule moyen.

Insula, lobule situé au fond de la scissure de Sylvius.

Digitized by Google

L

Lame cornée, ruban grisâtre situé dans le sillon qui sépare le corps strié de la couche optique.

Lame terminale, lamelle dépendant du cerveau intermédiaire et qui ferme en avant le ventricule moyen.

Lemniscus ou *ruban de Reil* (voir : *Ruban de Reil*).

Lentifères (Yeux), yeux simples des insectes.

Ligne latérale, ligne qui, chez les poissons, s'étend de la tête à la région caudale et contient des organes sensitifs spéciaux.

Lingula, extrémité antérieure du vermis supérieur du cervelet.

Lissencéphales, animaux à cerveau lisse.

Lobe central, masse centrale du cerveau des arthopodes.

Lobe optique, renflement cérébral qui se trouve à l'origine des nerfs optiques chez les invertébrés.

Lobe piriforme, lobe situé à la base de l'encéphale et formé par la circonvolution de l'hippocampe.

Lobes antennaires, renflements situés à la naissance des nerfs antennaires des arthropodes.

Lobes optiques, dépendance du cerveau moyen et équivalant aux tubercules bijumeaux et quadrijumeaux des vertébrés supérieurs.

Lobes postérieurs, renflements de substance grise fermant plus ou moins complètement, chez certains poissons, l'ouverture du quatrième ventricule.

Lobule auriculaire, lobule accessoire du cervelet, existant chez les rongeurs et quelques autres mammi-

Digitized by Google

fères, et logé dans une fossette du rocher de l'os temporal.

Lobule du pneumogastrique ou *flocculus* (voir : *Flocculus*).

Lobule paracentral, lobule situé à la face interne du cerveau et répondant aux deux circonvolutions centrales.

Locus cœruleus, masse grise située sur le plancher du quatrième ventricule et qui donne naissance a une des racines du trijumeau.

Lophophore, disque circumbuccal qui, chez les bryozoaires, porte les tentacules.

Luette (voir : *Uvula*).

Lyre ou *corpus psalloides* (voir : *Corpus psalloides*).

M

Manteau, repli de la peau qui recouvre le corps chez les mollusques.

Manteau des hémisphères, partie supérieure ou corticale du cerveau.

Médullaire (Gouttière) (voir : *Gouttière médullaire*).

Médullaire (Tube), canal qui provient de la gouttière médullaire et qui donne naissance, chez l'embryon, aux centres nerveux.

Mésoderme, feuillet moyen de l'embryon.

Mésothorax, segment moyen de la région thoracique des arthropodes.

Métamères, segments constituant le corps de l'animal chez les animaux inférieurs.

Digitized by Google

Métathorax, segment postérieur de la région thoracique des arthropodes.

Myocommata, segments musculaires du corps de l'amphioxus.

N

Nauplius, forme larvaire du phyllopode.

Nématocystes, organes urticants des animaux inférieurs.

Nerfs de Lancisi, fibres longitudinales de la partie supérieure du corps calleux.

Nodule, partie la plus antérieure du vermis inférieur du cervelet.

Noyau caudé, partie intra-ventriculaire du corps strié.

Noyau lenticulaire, partie extra-ventriculaire du corps strié.

Nucléus, noyau de cellule.

O

Obex ou *verrou*, lamelle triangulaire tendue au-dessus de l'angle postérieur du quatrième ventricule.

Ocelles, organes oculaires des animaux inférieurs.

Œil pinéal, œil rudimentaire médian qui constituera plus tard la glande pinéale.

Olives, saillies ovoïdes existant à la face antérieure du bulbe.

Opercule du lobe pariétal, saillie de ce lobe recouvrant en partie l'insula chez l'embryon.

Digitized by Google

Organe de Bojanus, organe glandulaire existant chez les mollusques.

Organe de Jacobson, organe de signification indéterminée existant dans les fosses nasales, chez les sauriens et les ophidiens.

Osmatiques (Animaux), animaux à odorat développé.

Otolithes, concrétions auditives.

Otocystes, vésicules auditives des animaux inférieurs.

P

Palléal, qui appartient au manteau : *Cavité palléale, nerf palléal* des mollusques.

Papilles fungiformes, papilles gustatives de la langue.

Pédoncules cérébelleux, faisceaux rattachant le cervelet au cerveau et à la moelle allongée.

Pédoncules cérébraux, faisceaux allant de la moelle allongée aux hémisphères et se continuant avec la capsule interne.

Peigne, organe spécial formé par un repli de la choroïde et existant chez les oiseaux et quelques reptiles.

Péristome, entonnoir au fond duquel se trouve la bouche chez quelques infusoires.

Photodermatiques (Animaux), animaux dépourvus d'organes oculaires et sensibles à la lumière.

Photophiles (Animaux), animaux recherchant la lumière.

Photophobes (Animaux), animaux fuyant la lumière.

Pied d'hippocampe ou *corne d'Ammon* (voir *Corne d'Ammon*).

Digitized by Google

Pie-mère, membrane vasculaire qui entoure immédiatement les centres nerveux.

Plexus choroïdes, prolongements vasculaires dépendant de la pie-mère et pénétrant dans les ventricules cérébraux.

Pluteus, larve d'ophiure.

Pneumostome, orifice de l'appareil respiratoire (mollusques).

Pont de Varole ou *protubérance annulaire*, partie du cerveau dépendant du cerveau postérieur.

Précunéus, lobule de la face interne du cerveau situé en avant de la scissure occipitale.

Prothorax, segment antérieur de la région thoracique des insectes.

Protoplasma, substance organisée à son plus grand état de simplicité et qui constitue la base de tous les organismes.

Protubérance (voir : *Pont de Varole*).

Pseudopodies, prolongements transparents du protoplasma.

Pulvinar, extrémité postérieure épaissie des couches optiques.

Pyramides postérieures, faisceaux qui continuent les cordons postérieurs de la moelle et qui limitent, en s'écartant, les côtés du quatrième ventricule.

R

Ruban de Reil ou *lemniscus*, faisceau triangulaire situé immédiatement en arrière des tubercules quadrijumeaux.

Digitized by Google

S

Sac vasculaire (voir : *Saccus vasculosus*).
Saccule, partie de l'oreille interne.
Saccus vasculosus ou *sac vasculaire*, organe vésiculaire situé, chez les poissons, en arrière de l'hypophyse, et qui communique avec la cavité de l'infundibulum.
Scolex, tête des vers cestoïdes, comme le ténia.
Septum lucidum (voir : *Cloison transparente*).
Sinus rhomboïdal, cavité existant dans la moelle des oiseaux au niveau du renflement lombaire.
Somites, segments du corps.
Stemmates, yeux simples des arthropodes.
Stigmates, taches oculaires des infusoires.
Strobile, ver cestoïde, comme le ténia.

T

Tapis, partie brillante à reflets métalliques de la choroïde de certains vertébrés.
Thalamencéphale, cerveau intermédiaire, ou partie postérieure du cerveau antérieur embryonnaire.
Thalamus (voir : *Couche optique*).
Tige pituitaire, prolongement qui supporte l'hypohyse ou corps pituitaire.
Trachéates, classe d'arthropodes pourvus de trachées.
Trachées, tubes respiratoires aérifères des arthropodes.
Tractus olfactif, appelé improprement *nerf olfactif*.

Digitized by Google

Trigone, lamelle triangulaire qui recouvre le troisième ventricule.

Trou de Monro, trou faisant communiquer le ventricule latéral et le ventricule moyen.

Tube médullaire (voir : *Médullaire*).

Tuber cinereum, lamelle grise correspondant à l'infundibulum du ventricule moyen et qui supporte la tige pituitaire.

Tubercule acoustique, tubercule qui donne naissance au nerf auditif.

Tubercule de Rolando ou *tubercule cendré*, éminence grise située sur les côtés du bulbe.

Tubercules bijumeaux, saillies géminées, dépendant du cerveau moyen, homologues des lobes optiques et des tubercules quadrijumeaux.

Tubercules quadrijumeaux, saillies, au nombre de quatre, dépendant du cerveau moyen et existant seulement chez les mammifères, homologues des lobes optiques et des tubercules bijumeaux.

Tubercules mamillaires, tubercules géminés, situés à la face inférieure du cerveau, en arrière du *tuber cinereum*.

U

Utricule, partie de l'oreille interne.

Uvula ou *luette*, partie antérieure du vermis inférieur du cervelet, en arrière du nodule.

Digitized by Google

V

Vacuole contractile, vésicule du protoplasma des infusoires présentant des contractions.

Valvule de Tarin, lamelle grise située de chaque côté de la luette, à la partie inférieure du cervelet.

Valvule de Vieussens, lamelle grise située à la partie antérieure et supérieure du quatrième ventricule, au-dessus de l'aqueduc de Sylvius.

Valvule du cervelet (voir : *Éminence lobée*).

Velum, repli marginal des méduses.

Ventricules, cavités creusées dans l'intérieur du cerveau.

Vermis, partie médiane du cervelet (*vermis supérieur*, *vermis inférieur*).

Verrou ou *obex* (voir : *Obex*).

Vésicule cérébrale, forme embryonnaire du cerveau des vertébrés.

Vésicules de Poli, appendices contractiles, en forme d'ampoules, du cercle vasculaire circumbuccal des échinodermes.

Vestibule, partie de l'oreille interne.

Vibraculaires, formes de bryozoaires terminés par un long filament mobile.

Vitellus, protoplasma de l'œuf.

Voûte (voir : *Trigone*).

Digitized by Google

II

CLASSIFICATION ZOOLOGIQUE

I. PROTOZOAIRES

I. SARCODINES.

A. Rhizopodes. *Ex. :* amibe.
B. Héliozoaires. *Ex. :* actinophrys.
C. Radiolaires. *Ex. :* thalassicole.

II. SPOROZOAIRES. *Ex. :* grégarines, psorospermies.

III. INFUSOIRES.

A. Flagellés. *Ex. :* cercomonas.
B. Ciliés. *Ex. :* paramecium.
C. Suceurs. *Ex. :* acinète.

II. MÉTAZOAIRES

A. INVERTÉBRÉS

I. SPONGIAIRES.

II. CŒLENTÉRÉS.

A. Hydrozoaires.

Digitized by Google

1° *Hydroïdes*. *Ex.* : hydre.
2° *Trachyméduses*. *Ex.* : polyxenia.
3° *Siphonophores*. *Ex.* : sarsia.
4° *Acraspèdes*. *Ex.* : aurelia.

B. ACTINOZOAIRES.

1° *Alcyonaires*. *Ex.* : monoxenia.
2° *Zoanthaires*. *Ex.* : actinia.

C. CTÉNOPHORES. *Ex.* : beroe.

III. ÉCHINODERMES.

A. CRINOIDES. *Ex.* : comatule.
B. ECHINIDES. *Ex.* : oursin.
C. OPHIURIDES. *Ex.* : ophiure.
D. ASTÉRIDES. *Ex.* : astérie.
E. HOLOTHURIDES. *Ex.* : holothurie.

IV. VERS.

A. PLATHELMINTHES.

1° *Cestodes*. *Ex.* : tænia.
2° *Trématodes*. *Ex.* : distome.
3° *Némertines*. *Ex.* : borlasia.
4° *Turbellariés*. *Ex.* : planaire.

B. NÉMATHELMINTHES.

1° *Nématodes*. *Ex.* : ascaride.
2° *Gordiacés*. *Ex.* : gordius.
3° *Chætosomides*. *Ex.* : chœtosoma.
4° *Acanthocéphales*. *Ex.* : echinorynchus.

C GÉPHYRIENS. *Ex* : bonellia.

D. CHÆTOPODES.

1° *Achètes*. *Ex.* : polygordius.
2° *Polychètes*.
a. Errantes. *Ex.* : nereis.
b. Sédentaires. *Ex.* : serpule.
3° *Oligochètes*. *Ex.* : lombric.

E. HIRUDINÉES.

Digitized by Google

1° *Rhyncobdellides*. *Ex.* : clepsine.
2° *Gnathobdellides*. *Ex.* : sangsue.
3° *Branchiobdellides*. *Ex.* : branchiobdella.

F. Chétognathes. *Ex.* : sagitta.

G. Entéropneustes. *Ex.* : balanoglosse.

H. Rotifères. *Ex.* : rotifère.

V. ARTHROPODES.

A. Prototrachéates. *Ex.* : peripatus.

B. Myriapodes.

1° *Chilognathes*. *Ex.* : iule.
2° *Chilopodes*. *Ex.* : scolopendre.

C. Arachnides.

1° *Acariens*. *Ex.* : acarus.
2° *Arthrogastres*. *Ex.* : scorpion.
3° *Aranéides*. *Ex.* : araignée.

D. Crustacés.

1° *Branchiopodes*. *Ex.* : apus.
2° *Copépodes*. *Ex.* : cyclops.
3° *Cirripèdes*. *Ex.* : anatife.
4° *Ostracodes*. *Ex.* : cypris.
5° *Amphipodes*. *Ex.* talitre.
6° *Isopodes*. *Ex.* : asellus.
7° *Cumacés*. *Ex.* : diastylis.
8° *Stomatopodes*. *Ex.* : squille.
9° *Schizopodes*. *Ex.* : mytis.
10° *Décapodes*. *Ex.* : crabe.

E. Tardigrades. *Ex.* : tardigrade.

F. Pycnogonides. *Ex.* : pycnogonon.

G. Pœcilopodes. *Ex* : limulus.

H. Insectes. *Ex.* : abeille.

VI. BRYOZOAIRES.

A. Entoproctes. *Ex.* : loxostoma.

B. Ectoproctes. *Ex.* : plumatelle.

Digitized by Google

VII. BRACHIOPODES.

A. Articulés.

1° *Rhynchonellides*. *Ex.* : rhynchonella.

2° *Térébratulides*. *Ex.* : térébratule.

B. Inarticulés. *Ex.* : lingula.

VIII. MOLLUSQUES.

A. Polyplacophores. *Ex.* : chiton.

B. Scaphopodes. *Ex.* : dentale.

C. Ptéropodes. *Ex.* : clio.

D. Lamellibranches. *Ex.* : huitre.

E. Gasteropodes.

1° *Prosobranches*. *Ex.* : patelle.

2° *Opisthobranches*. *Ex.* : aplysie.

3° *Pulmonés*. *Ex.* : hélix.

4° *Hétéropodes*. *Ex* : carinaire.

F. Céphalopodes. *Ex* : poulpe.

B. TUNICIERS

I. CADUCICHORDA.

A. Ascidies. *Ex.* : ascidie.

B. Salpes. *Ex.* : salpe.

II. PERENNICHORDA.

A. Appendiculaires. *Ex.* : appendicularia.

C. AMPHIOXUS

D. VERTÉBRÉS

I. POISSONS.

A. Cyclostomes. *Ex.* : lamproie.

B. Sélaciens. *Ex.* : raie.

C. Poissons osseux. *Ex.* : saumon.

D. Ganoïdes. *Ex.* : esturgeon.

Digitized by Google

E. Dipnoi. *Ex. :* lepidosiren.

II. AMPHIBIES.

A. Apodes *Ex. :* cécilie.

B. Urodèles *Ex. :* salamandre.

C. Batraciens. *Ex. :* grenouille.

III. REPTILES.

A. Ophidiens. *Ex. :* couleuvre.

B. Sauriens. *Ex :* lézard.

C. Crocodiliens. *Ex. :* crocodile.

D. Chéloniens. *Ex. :* tortue.

IV. OISEAUX.

V. MAMMIFÈRES.

A Aplacentaires.

1° *Marsupiaux. Ex. :* kanguroo.

2° *Monotrèmes. Ex. :* ornithorynque.

B. Placentaires.

1° *Cétacés. Ex.* : cachalot.

2° *Edentés. Ex. :* fourmilier.

3° *Ungulés. Ex. :* cheval.

4° *Porcidés. Ex. :* porc.

5° *Ruminants. Ex. :* bœuf.

6° *Proboscidiens. Ex. :* éléphant.

7° *Rongeurs. Ex. :* rat.

8° *Insectivores. Ex. :* hérisson.

9° *Amphibies. Ex. :* phoque.

10° *Carnivores. Ex. :* chien.

11° *Cheiroptères. Ex. :* chauve-souris.

12° *Lémuriens.* Ex. : chéiromys.

13° *Primates.*

a. Singes. *Ex. :* singe papion.

b. Anthropomorphes. *Ex. :* gorille.

c. Homme.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES FIGURES

Fig.		Page
1	Amibe.	11
2	Corpuscules lymphatiques du lombric et amibe des infusions.	12
3	Protamœba primitiva.	13
4	Podostoma filigera.	14
5	Protogenes primordialis.	15
6	Gromie oviforme.	20
7	Arcelle vulgaire.	20
8	Actinophrys tenuipes.	21
9	Thalassicole pélagique.	22
10	Acanthometra pallida.	23
11	Cercomonade.	25
12	Bodo viridis.	25
13	Psorocentrum micans	25
14	Paramecium glaucum.	25
15	Tintinnus inquilinus.	27
16	Oxytricha caudata.	27
17	Plagiotoma cordiformis.	27
18	Acinète suçant sa proie.	27
19	Vorticelle citrinée.	28
20	Noctiluque miliaire.	28
21	Aspidisca turrita.	29
22	Stylonichia mytilus.	36
23	Cellules sensorielles de l'ectoderme de l'Aurelia aurita.	39
24	Schéma de l'action réflexe.	39
25	Coupe schématique d'une méduse.	39
26	Œil de Lizzia Kollikeri.	41
27	Éléments de l'œil de Lizzia.	41

Digitized by Google

Fig. Page
28 Vésicule auditive de Phialidium 42
29 Organe auditif de Rhopalonema. 42
30 Nématocystes. 43
31 Nématocystes. 43
32 Deux stades du développement d'une cydippide, le Pleurobrachia rhododactyla. 44
33 Système nerveux de l'oursin (Echinus lividus). 49
34 — — de l'holothurie. 50
35 Larves d'échinodermes. 52
36 Évolution du Pluteus ou larve d'une ophiure. 52
37 Coupe transversale d'un crustacé. 54
38 — — du tronc d'un embryon de Peripatus. . . . 54
39 Section transversale de prototype vertébré idéal. 55
40 Coupe transversale du tronc d'un embryon de poisson (Pristiurus). 55
41 — — de la tête d'un embryon tres jeune de lombric (Lombricus trapezoides). 55
42 Coupe transversale de la partie céphalique d'un embryon d'amphioxus 55
43 Embryon de rotifère (Brachionus urceolaris). 57
44 Anatomie du planaire (Polycelis levigatus). 59
45 Partie antérieure du corps de la Borlasie camille. 59
46 Système nerveux de la Malacobdella Valenciennœi. 61
47 Sagitta bipunctata. 61
48 Système nerveux de la Serpula funicularis. 63
49 — — de la Nereis regia. 63
50 — — de la sangsue médicinale. 65
51 — — de clepsine. 65
52 Cerveau de la sangsue. 67
53 Partie antérieure de la chaîne nerveuse du lombric. 67
54 Ganglion anal de la sangsue. 67
55 Œil rudimentaire de ver. 69
56 — de la sangsue médicinale. 69
57 — d'alciope. 69
58 Polyophthalme. 70
59 Larve de turbellarié. 70
60 — de nérine avec ses taches oculaires et ses soies provisoires. 70
61 Organe auditif d'amphicorine. 70
62 Système nerveux de l'iule. 81
63 — — de chilopode (Himantarium souterrain). . . . 81
64 Cerveau et système nerveux viscéral de myriapode. 83
65 Système nerveux de talitre. 85
66 Coupe transversale de Limnetis. 85

Digitized by Google

Fig. Page
67 Coupe transversale de l'abdomen d'une squille. 86
68 Partie sous œsophagienne de la chaîne nerveuse de l'écrevisse. . 87
69 — de la chaîne nerveuse de l'écrevisse correspondant à l'artère sternale. 87
70 Système nerveux de palœmon. 88
71 — — de crabe. 88
72 Cerveau de l'écrevisse. 88
73 Nauplius ou forme larvaire de phyllopode (Limnetis brachyurus). 92
74 Antennule, vue par son côté interne (écrevisse). 93
75 Sac auditif de l'écrevisse isolé. 93
76 Poil auditif grossi cent fois. 94
77 — — à un grossissement plus fort. 94
78 Organe auditif de Mysis. 94
79 Extrémité de l'antenne interne de l'Asellus aquaticus. . . . 95
80 Partie de la branche externe de l'antennule de l'écrevisse. . . 95
81 Extrémité d'un poil olfactif de l'écrevisse. 95
82 Système nerveux et système musculaire du Milnesium tardigradum. 98
83 — — du scorpion. 100
84 — — du télyphone. 100
85 Œil d'araignée. 103
86 Système nerveux de larve de tenebrio. 107
87 — — de larve de volucelle. 107
88 — — de tenebrio adulte.. 107
89 — — de mouche adulte.. 107
90 — — de larve de Dytiscus. 109
91 — — de Dytiscus adulte. 109
92 Embryon de diptère. 111
93 Système nerveux du ver à soie du mûrier.. 112
94 — — de l'abeille. 112
95 Cerveau de fourmi noire. 114
96 Ensemble de l'appareil visuel de l'abeille. 120
97 Ocelle d'abeille. 121
98 Schéma d'un œil composé d'arthropode. 122
99 Extrémité d'une antenne de fourmi rouge. 124
100 Appareil auditif d'une sauterelle. 125
101 Diagramme d'un embryon avancé de lingule. 133
102 Anatomie du chiton. 133
103 Système nerveux du chiton. 134
104 Coupe diagrammatique d'un mollusque. 136
105 Système nerveux des lamellibranches. 136
106 — — de l'anodonte. 139

Digitized by Google

Fig. Page
107 Anatomie de paludine vivipare. 140
108 Système nerveux de l'escargot, ... 141
109 — — de la seiche. 142
110 Ganglions nerveux de l'escargot, vus de face. 144
111 — — — — profil. 144
112 — cérébraux du Zonites algirus 145
113 — sous-œsophagiens du Zonites algirus. 145
114 Centres nerveux du poulpe, vue dorsale. 146
115 — — — ventrale. 146
116 Ganglions sympathiques sus-œsophagiens de l'escargot. . . . 147
117 — — du poulpe. 147
118 — stomacal du poulpe. 147
119 Œil d'hélice vigneronne. 148
120 — de seiche officinale. 148
121 Trois coupes diagrammatiques d'yeux de mollusques. 149
122 Otocyste de la limace des champs. 151
123 — de poulpe. 151
124 Organe auditif de l'unio. 152
125 Otocyste de clausilia nigricans. 152
126 Organisation d'une ascidie. 159
127 — d'une salpe. 159
128 Doliolum (forme sexuée) 160
129 Développement de l'ascidie. 162
130 Coupe transversale de la partie antérieure d'un embryon de Phallusia mamillata 162
131 Coupe transversale de la queue d'un embryon de Phallusia mamillata. 162
132 Larve d'ascidie (Ascidia mentula). 163
133 Amphioxus lanceolatus. 164
134 Coupe de la tête de l'amphioxus. 166
135 Développement de l'amphioxus. 168
136 Coupe d'un embryon d'amphioxus à trois périodes de son développement. 168
137 Trois coupes d'un embryon de Pristiurus. 171
138 Coupe transversale du tronc d'un embryon de Pristiurus un peu plus âgé que la figure 137. 172
139 Les trois vésicules cérébrales primitives. 172
140 Subdivision des trois vésicules cérébrales primitives. 172
141 Les cinq segments du cerveau embryonnaire. 173
142 Coupe longitudinale de l'encéphale d'un jeune embryon du Pristiurus. 173
143 Vue de profil de la tête d'un embryon de poulet du troisième jour. 173
144 Vue latérale de l'encéphale d'un embryon de veau. 174

Digitized by Google

Fig. Page
145 Crâne d'un embryon humain de quatre semaines coupé par le milieu et vu par sa face interne 174
146 Cerveau d'embryon humain de la troisième semaine.. 174
147 Coupe de la moelle d'un saumon. 175
148 — schématique horizontale d'un cerveau de vertébré. . . . 177
149 — — verticale et antéro-postérieure d'un cerveau de vertébré.. 177
150 Hypophyse vue par sa partie postérieure. 179
151 Diagramme d'une coupe longitudinale et horizontale du cerveau antérieur. 179
152 Coupe longitudinale et verticale d'une larve de lamproie. . . . 182
153 Cerveau d'ammocète, vu du côté ventral. 183
154 — — — dorsal. 183
155 — — — de profil. 184
156 Labyrinthe membraneux de myxine.. 185
157 Cerveau de saumon, vu du côté dorsal. 187
158 — — — ventral. 187
159 — — — de profil. 189
160 Un des tubes de la ligne latérale montrant par transparence les bâtonnets insérés sur la membrane basilaire. 193
161 Labyrinthe membraneux de la Murœna anguilla. 194
162 Œil de brochet. 194
163 Torpille marbrée. 195
164 Cerveau de Scyllium canicula, vu d'en haut. 196
165 — — — vu du côté ventral. 196
166 — — — vu de profil. 197
167 Cerveau de raie. 198
168 Coupe longitudinale de l'encéphale de Scyllium canicula à une période avancée du développement. 200
169 Système nerveux de la grenouille. 205
170 Cerveau de grenouille, vu d'en haut. 206
171 — — vu par le côté ventral 206
172 — — vu de profil. 206
173 — de lézard, vu d'en haut. 210
174 — — vu de côté. 210
175 Coupe longitudinale du cerveau d'un saurien, le varan du Sénégal. 211
176 Cerveau de crocodile, vu d'en haut. 212
177 — — vu d'en bas. 212
178 — — vu de profil. 213
179 — d'oiseau, vu d'en haut. 218
180 — — vu d'en bas. 219

Digitized by Google

Fig. Page
181 Cerveau d'oiseau, vu latéralement. 219
182 Vue antérieure de la moelle de l'homme avec les racines nerveuses qui en partent. 228
183 Vue postérieure de la moelle après l'ablation des racines nerveuses. 228
184 Section transversale de la moelle de l'homme. 228
185 Face antérieure du bulbe et partie moyenne de la base de l'encéphale. 230
186 — — — et de la protubérance du mouton. . . 231
187 — — — — — du phoque. . . . 231
188 — — — — — du singe cynocéphale. 231
189 — postérieure du bulbe et de la protubérance. 231
190 — latérale du bulbe. 232
191 Cervelet de kanguroo. 233
192 — de lapin. 233
193 Face inférieure du cervelet de l'homme. 234
194 — supérieure du cervelet de l'homme. 235
195 Coupe au travers de la région des tubercules quadrijumeaux postérieurs. 237
196 Tubercules quadrijumaux. 238
197 Bulbe, protubérance et pédoncules cérébraux, vus par leur face inférieure. 239
198 Coupe médiane antéro-postérieure de l'encéphale. 241
199 Figure schématique d'une coupe transversale du cerveau au niveau de la partie moyenne du troisième ventricule. 242
200 Face supérieure et rapports des ganglions de la base du cerveau. 243
201 Coupe frontale à travers le cerveau antérieur. 245
202 Face supérieure du corps calleux du cheval. 246
203 Trigone cérébral. 248
204 Coupe du corps strié et du canal circumpédunculaire du ventricule latéral. 250
205 Corne d'Ammon. 251
206 Coupe transversale de la région frontale d'un cerveau d'enfant au niveau de la partie antérieure du corps strié. 253
207 Face inférieure du lobe frontal. 255
208 — — du cerveau de chien. 256
209 Cerveau d'un fœtus humain du quatrième mois. 257
210 — de chauve-souris 258
211 — de taupe. 258
212 — de l'agouti. 259
213 — de lapin 259
214 Face interne de cerveau de lapin. 260
215 Cerveau de l'aï. 261

Digitized by Google

Fig. Page
216 Cerveau de coati. 261
217 — de renard, vu d'en haut. 262
218 — — vu de côté. 262
219 — de chien. 263
220 — de panthère. 264
221 — de porc. 365
222 — de mouton. 266
223 — de phoque. 267
224 — d'éléphant. 268
225 Face latérale du cerveau humain. 270
226 — interne d'un cerveau de chimpanzé. 271
227 — — du cerveau. 272
228 Coupe transversale de la corne d'Ammon. 273
229 Coupe transversale de la corne d'Ammon. 273
230 Face inférieure de la base du cerveau. 274
231 Cerveau de singe papion. 277
232 Vue latérale d'un cerveau humain. 278
233 — — — de chimpanzé. 279
234 Face supérieure d'un cerveau de chimpanzé. 279
235 Ventricule latéral droit du chimpanzé. 280
236 — — — de l'homme. 281

FIN DE LA TABLE DES FIGURES

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION. 5

CHAPITRE PREMIER. — Animaux sans système nerveux. — Protozoaires. 11

CHAP. II. — Animaux à système nerveux. — 1° *Type disséminé.* — Cœlentérés. 38

CHAP. III. — 2° *Type radié.* — Échinodermes. 49

CHAP. IV. — 3° *Type bilatéral ventral.* — Vers. 53

CHAP. V. — Myriapodes. — Crustacés. — Arachnides. . . 80

CHAP. VI. — Insectes. 106

CHAP. VII. — Bryozoaires. — Brachiopodes. — Mollusques. . 131

CHAP. VIII. — 4° *Type médian dorsal.* — Tuniciers. — Amphioxus. 157

CHAP. IX. — Vertébrés. — Développement des centres nerveux. — Description générale des centres nerveux des vertébrés. 170

CHAP. X. — Poissons. 182

CHAP. XI. — Amphibies. 204

CHAP. XII — Reptiles. 209

CHAP. XIII. — Oiseaux. 216

CHAP. XIV. — Mammifères. 225

CHAP. XV. — Mammifères (suite). 252

CONCLUSIONS. 283

VOCABULAIRE DES TERMES TECHNIQUES. 287

CLASSIFICATION ZOOLOGIQUE employée dans ce livre. . . . 303

TABLE DES FIGURES. 309

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

LYON. — IMPRIMERIE PITRAT AINÉ, RUE GENTIL, 4.

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain. Paris

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

A 3 FR. 50 LE VOLUME

Nouvelle collection de volumes in-16, comprenant 300 à 400 pages, imprimés en caractères elzéviriens et illustrés de figures intercalées dans le texte.

80 Volumes sont publiés

Derniers Volumes en vente :

ZOOLOGIE

Le Monde des oiseaux, scènes d'après nature, par le baron d'HAMONVILLE, 1 vol. in-16, avec 18 planches. . . . . 3 fr. 50

Les Industries des animaux, par Fréd. HOUSSAY, maître de conférences à l'Ecole normale, 1 vol. in-16 avec 80 figures. . 3 fr. 50

La Lutte pour l'existence chez les animaux marins, par L. FREDERICQ, professeur de physiologie à l'Université de Liège, 1 vol in-16, avec 37 figures. . . . . 3 fr. 50

Le Transformisme, par Edmond PÉRIER, professeur au Muséum, 1 vol. in-16, avec 87 figures. . . . . 3 fr. 50

Les Végétaux et les animaux lumineux, par H. GADEAU de KERVILLE, 1 vol. in-16, avec 50 figures. . . . . 3 fr. 50

Les Sens chez les animaux inférieurs, par E. JOURDAN, professeur à la Faculté de Marseille, 1 vol. in-16, avec 50 figures. . . 3 fr. 50

Les Sciences naturelles et les problèmes qu'elles font surgir, par Th. HUXLEY, membre de la Société royale de Londres, 1 vol. in-16 de 503 pages. . . . . 3 fr. 50

Sous les mers, campagnes d'explorations sous-marines, par le marquis de FOLIN, 1 vol. in-16, avec 45 figures. . . . . 3 fr. 50

Les Parasites de l'homme, animaux et végétaux, par R.-L. MONIEZ, professeur à la Faculté de Lille, 1 vol. in-16, avec 72 fig. 3 fr. 50

Les Abeilles, organes et fonctions, éducation et produits, miel et cire, par Maurice GIRARD, docteur ès sciences naturelles, *2e édition*, 1 vol. in-16, avec 30 figures et 1 planche coloriée. . . . 3 fr. 50

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL

Digitized by Google

[illegible]

[illegible] de l'Institut, [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] observés pendant [illegible] magnétique [illegible] in-16 de 358 pages, [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] de la personnalité, par le [illegible] de Bordeaux, 1 vol. [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] et P. Burot, [illegible] de Rochefort, 1 vol. in-16, avec [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] des substances toxiques [illegible] et P. Burot, professeur [illegible] de Rochefort, 1 vol. in-16, avec [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] et psychologiques, [illegible] à la Faculté de Nancy, 1 vol. in-16, [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] au point de vue psycho-physiologique [illegible] de Lausanne, [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] l'hallucination, le somnambulisme et [illegible] les paradis artificiels, le rage, le cerveau [illegible] médecin de l'Asile public des [illegible] pages. . . . . 3 fr. 50

[illegible] avec la philosophie et la [illegible] professeur agrégé à la Faculté de Paris, [illegible] . . . . . 3 fr. 50

[illegible] de Socrate, application de la [illegible] histoire, par L.-F. Lelut, membre de [illegible] pages. . . . . 3 fr. 50

[illegible] CONTRE UN MANDAT POSTAL.

Digitized by Google

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE

La Science expérimentale, par Claude BERNARD, membre de l'Institut, 1 vol. in-16 de 440 pages, avec 19 figures. . . . . 3 fr. 50

Magnétisme et hypnotisme, exposé des phénomènes observés pendant le sommeil nerveux provoqué, avec un résumé historique du magnétisme animal, par le Dr A. CULLERRE, 1 vol. in-16 de 358 pages, avec 28 figures. . . . . 3 fr. 50

Hypnotisme, double conscience et altérations de la personnalité, par le Dr AZAM, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux, 1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

Variations de la personnalité, par les Drs H. BOURRU et P. BUROT, professeurs à l'Ecole de médecine de Rochefort. 1 vol. in-16, avec 15 photogravures. . . . . 3 fr. 50

La Suggestion mentale et l'action à distance des substances toxiques et médicamenteuses, par les Drs H. BOURRU et P. BUROT, professeurs à l'Ecole de médecine de Rochefort, 1 vol. in-16, avec 10 photogravures. . . . . 3 fr. 50

Le Somnambulisme provoqué, études physiologiques et psychologiques, par H. BEAUNIS, professeur à la Faculté de Nancy, 1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

Le Cerveau et l'activité cérébrale, au point de vue psycho-physiologique, par A. HERZEN, professeur à l'Académie de Lausanne, 1 vol. in-16. . . . . 3 fr. 50

Le Monde des rêves, le rêve, l'hallucination, le somnambulisme et l'hypnotisme, l'illusion, les paradis artificiels, le ragle, le cerveau et le rêve, par le Dr P. Max SIMON, médecin de l'Asile public des aliénés de Lyon, 1 vol. in-16, de 325 pages. . . . . 3 fr. 50

La Vie et ses attributs, dans leur rapport avec la philosophie et la médecine, par E. BOUCHUT, professeur agrégé à la Faculté de Paris, 1 vol. in-16 de 444 pages. . . . . 3 fr. 50

Le Génie, la raison et la folie, le démon de Socrate, application de la science psychologique à l'histoire, par L.-F. LELUT, membre de l'Institut, 1 vol. in-16, de 348 pages. . . . . 3 fr. 50

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

WALTHAM, MASS. 02154

Digitized by Google

3 2044 106 288 9

Date Due

Digitized by Google

Digitized by Google